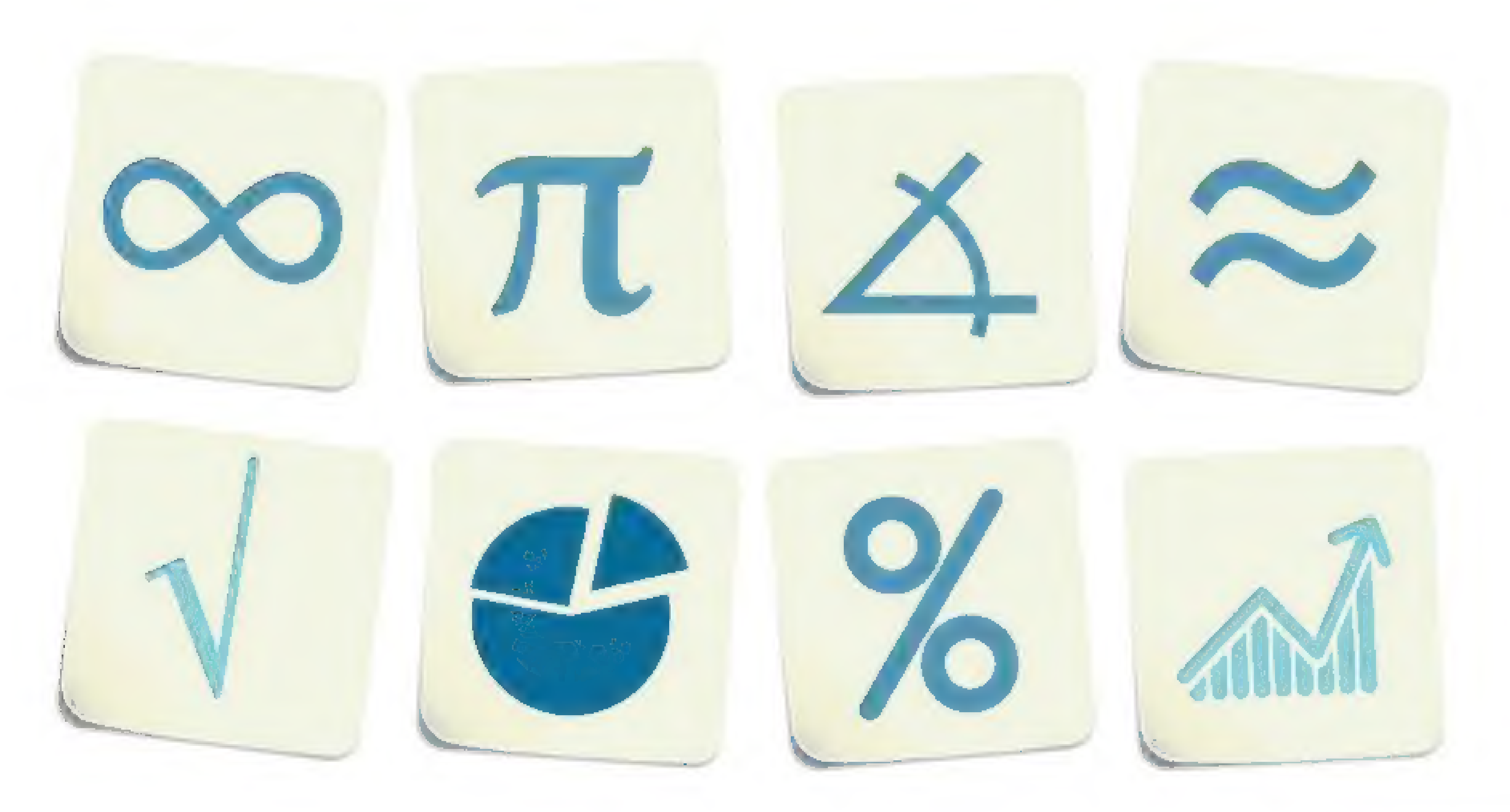
إصدارات موهبة العلمية ١٣

تعلّم حبّ الرياضيات

إستراتيجيات تدريس لتغيير اتجاهات الطلاب وتحقيق النتائج



د. جودي ويليس

نقلته إلى العربية
سهام جمال





مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع
King Abdulaziz & his Companions Foundation for Giftedness & Creativity

تقديم

مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع (موهبة)

انطلاقاً من الخطة الإستراتيجية للموهبة والإبداع التي طورتها مؤسسة الملك عبد العزيز ورجالـه للموهبة والإبـداع (موهبة) والتي أقرها خادم الحرمين الشـريفين الملك عبد الله ابن عبد العزيز -حفظه الله-، حرصت (موهبة) على نشر ثقافة الموهبة والإبداع من خلال مبادرات ومشاريع عديدة.

وقـد حرصت (موهبة) علـى أن تبنى ممارسـات وتطبيقات تربية وتعليـم الموهوبين في المملكـة العربية السعودية والوطـن العربي على أسس معرفية وعلميـة رصينة، ترتكز على أفضل الممارسات العالمية، وأحدث نتائج البحوث والدراسات في مجال الموهبة والإبداع.

وعلـى الرغم مـن التراكم المعرفي الكبير في مجال تربيـة الموهوبين الذي تمتد جذوره لأكثر من نصف قرن، فإن حركة التأليف على المستوى العربي ظلت بطيئة، ولا تواكب التطور المعرفـي المتسارع في مجال تربية الموهوبين. وقد جاءت فكرة ترجمة سلسلة مختارة من أفضـل الإنتاج العلمي في مجال الموهبة والإبـداع للإسهام في إمداد المكتبة العربية، ومن ورائها المربين والباحثين والممارسين في مجال الموهبة، بمصادر حديثة و أصيلة للمعرفة، يُعتـدُّ بقيمتهـا، وموثوق بهـا، شارك في تأليفهـا نخبة من رواد مجال تربيـة الموهوبين في العالم. وقد حرصت موهبة على أن تغطي هذه الكتب مجالات واسعة ومتنوعة في مجال تربية الموهوبين، بحيث يستفيد منها قطاع عريض من المستفيدين. وقد تناولت هذه الإصدارات عدداً من القضايا المتنوعة المرتبطة بمفاهيم ونماذج الموهبة، وقضايا الإبداع المختلفة، والتعرف على الموهوبين، وكيفية تصميم البرامج وتنفيذها وتقويمها، والنماذج التدريسية المستخدمة فـي تعليم الموهوبين، والخدمات النفسية والإرشادية، وغير ذلك من القضايا ذات العلاقة.

وقد اختارت (موهبة) شركة العبيكان للنشر للتعاون معها في تنفيذ مشروع (إصدارات موهبة العلمية) لما عرف عنها من خبرة طويلة في مجال الترجمة والنشر، ولما تتميز به إصداراتها من جودة وتدقيق وإتقان. وقد قام على ترجمة ومراجعة هذه الكتب فريق متميز من المتخصصين،كما قام فريق من خبراء موهبة بالتأكد من جودة تلك الإصدارات.

وتأمل (موهبة) في أن تسهم هذه الإصدارات من الكتب في دعم نشر ثقافة الموهبة والإبداع، وفي تلبية حاجة المكتبة العربية إلى أدلة مرجعية موثوقة في مجال تعليم الموهوبين، تسهم في تعزيز الفهم السليم للموهبة والإبداع لدى المربين والباحثين، وفي تطوير ممارساتهم العملية في مجال تربية الموهوبين، بما يسهم في بناء منظومة تربوية فاعلة، تدعم التحول إلى مجتمع المعرفة وتحقيق التنمية المستدامة، في ظل قيادة حكيمة رشيدة، ووطن غال.

مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع (موهبة)

*****

تعلُّم حبّ الرياضيات

إستراتيجيات تدريس لتغيير اتجاهات الطلاب وتحقيق النتائج

د. جودي ويليس

JUDY WILLS

رؤية طبيبة أعصاب ومعلّمة صف

نقلته إلى العربية

سهام جمال

مراجعة

داود سليمان القرنة



مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع

King Abdulaziz & his Companions Foundation for Giftedness & Creativity



Original Title
Learning to Love Math
Teaching strategies that change student attitudes and get results
Author:
Judy Willis, M.D.
Copyright © ASCD 2010
ISBN-13: 978-1-4166-1036-6

Published by ASCD, 1703 N Beauregard Street,
Alexandria, VA 22311-1714 USA

ح مكتبة العبيكان، 1435هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ويليس، جودي

تعلم حب الرياضيات./ جودي ويليس؛ سهام جمال.- الرياض 1435هـ

240ص؛ 16،5× 24 سم

ردمك: 5 - 637 - 503 - 603 - 978

1 - الرياضيات - تعليم　　2 - الرياضيات - طرق التدريس

أ- جمال، سهام (مترجم)　　ب - العنوان

ديوي: 372.7　　رقم الإيداع: 1122 / 1435

الطبعة العربية الأولى 1435هـ - 2014م

تم إصدار هذا الكتاب ضمن مشروع النشر المشترك بين

مؤسسة الملك عبدالعزيز ورجاله للموهبة والإبداع وشركة العبيكان للتعليم

الناشر العبيكان للنشر

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

هاتف: 4808654 فاكس: 4808095 ص.ب: 67622 الرياض 11517

موقعنا على الإنترنت

www.obeikanpublishing.com

متجر العبيكان على أبل

http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store

امتياز التوزيع شركة مكتبة العبيكان

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

هاتف: 4808654 - فاكس: 4889023 ص. ب: 62807 الرياض 11595

قائمة المحتويات

الملحق (ب):

المقدمة

«يتحول التاريخ الإنساني شيئاً فشيئاً إلى سباق بين التعليم والكارثة».

هربرت ج. ويلز H.G.wells- كاتب بريطاني

ليست هناك مادة دراسية تثير الأعصاب مثل مادة الرياضيات؛ فهي غالباً ما تكون في آخر قائمة المواد التي يحبّها الطلاب، أو يهتمون بها، أو قادرين على النجاح فيها. ومن الواضح، على نحو متزايد، أن بناء نظام تعليمي يوفر للطلاب أساساً قويّاً في الرياضيات له أهمية كبيرة لكل من الأفراد والمجتمع.

وبصورة عامة، يقدّم العالم لنا اليوم كمّاً هائلاً ومتزايداً من المعلومات (كمصادر الإنترنت) التي لم تُفحص للتحقق من دقتها، أو تُقيم أهميتها للاستخدامات الممكنة كافة. لذا، وفي ضوء هذه الظروف، فإن القدرة على اتخاذ قراراتٍ شخصية ومالية وسياسية وأخلاقية واجتماعية سليمة، يتطلب تفكيراً رياضيّاً، وملاحظات دقيقة واستنتاجات سليمة. وهذه المهارات بدورها تعتمد على المعلومات التي يتحقق الدماغ من صحتها ويفسّرها، مستخدماً مهارات منطقية متقدمة.

وبصورة أكثر تحديداً، هناك حاجة إلى قوى عاملة تتمتع بمستوى تعليم جيد؛ لاستخدام التقنية التي تزداد تعقيداً يوماً بعد يوم. ومن الواضح أن أصحاب العمل الذين يوظفون ميكانيكيَ سيارات أو سمكريّاً، لا يبحثون عمّن يمتلكون معرفة قليلة في الرياضيات ليصلحوا سيارات الزبائن الثمينة، أو أنظمة تنقية المياه، مهما كانت المهارات الفنية التي يمتلكونها. ولسرعة تحول المستقبل إلى الحاضر يظهر بوضوح حاجة الوظائف جميعها (التي تحتاج إلى العامل البشري) إلى التمتع بقدر من التفكير الرياضي؛ نظراً لأن المشكلات غير المتوقعة ستظهر لا محالة، وستحتاج إلى حلول إبداعية. فلا الآلات، ولا الحواسيب تمتلك المعرفة المفاهيمية القابلة للتداول التي نحتاج إليها لحل هذه المشكلات. ما يدعو إلى الاطمئنان أن الوظائف ستكون دوماً متاحة للبشر ما داموا يمتلكون المعرفة الأساسية، والفهم النظري، والوظائف التنفيذية لقشرة الدماغ الأمامية.

فالتفكيرُ الرياضي مثالٌ ممتاز على مستوى التفكير العالي الخاص بقشرة الدماغ الأمامية. وتشمل الوظائف التنفيذية لهذه القشرة المسؤولية الشخصية، والتحكم في ردّ الفعل العاطفي، والتخطيط، وترتيب الأولويات، وتأجيل المتع، والتنظيم، والحلول الإبداعية للمشكلات، والتحليل الناقد، وإصدار الأحكام، والتوقع، والدافعية الذاتية، وهي المهارات نفسها التي يبحث عنها أصحاب العمل في القرن الواحد والعشرين. وتعكس هذه المهارات أيضاً ما يحتاج إليه مجتمع العولمة من أجل حل مجموعة واسعة من المشكلات المعروفة وغير المعروفة على حدٍّ سواء. وعلى الرغم من أن هذه الوظائف التنفيذية لا تزال في طور النشوء عند طلابك، فإنّ إرشاداتك وخبراتك ستساعدهم على إدراك العلاقة الكامنة بين بذل الجهد والتحسّن، من ثم تطوير هذه الوظائف الضرورية.

يتمتع الطلاب ذوو الكفايات الرياضية بقدرات نقديّة أخرى كالتفكير المنطقي، والتجريد، وإدراك الأنماط والعلاقات، والتفكير النظري، وهي مهارات ضرورية لاستخدام المعرفة وتطبيقها في سياقات مختلفة (U.S. Department of Education, 2008). تعدّ العملياتُ المستخدمة في التفكير المنطقي-الرياضي، وهي: التصنيف في مجموعات، والتصنيف، والاستدلال، والتعميم، والحساب، واختبار الفرضيات أساسيات مهارات التفكير العليا التي تُستخدم في مواد أخرى غير الرياضيات. تمنح الوظائف التنفيذية طلاب اليوم الفرصة ليكونوا أصحاب الحلول الإبداعية للمشكلات في المستقبل. فبهذه القدرات، سيتمكّن طلابنا من أن يلجوا القرن الواحد والعشرين بشجاعة وثقة عاليتين.

الانتقال من السلبية إلى الإيجابية

في كثير من الأحيان، يمتلك الطلاب مواقف سلبية تجاه تعلم الرياضيات، وبإمكانك اتخاذ خطوات للتغلب على هذه المواقف؛ إذ باستطاعتك أن تتيح لطلابك الفرصة لإنشاء روابط بينهم وبين الرياضيات حتى يقدّرون قيمة اكتساب المعرفة الرياضية. حيث تكشف أبحاث علم الأعصاب العلاقة بين التعلم الممتع والتشاركي والذاكرة طويلة المدى. ويبذل الطلاب جهداً أكبر، ويثابرون من خلال التحدي، حين تكون لديهم أهداف شخصية محسوسة ودافعية لإتقان المعرفة. فمن خلال الاهتمام والذاكرة الدائمة، يستطيع طلابك تعلم الرياضيات بفهم

عميق، يستمر معهم إلى ما بعد الامتحان، وحتى ما بعد العطلة الصيفية. وتتضمن التدخلات التربوية التي تساعد الطلاب على تجاوز مواقفهم السلبية ما يأتي:

- التقويم والتخطيط؛ حتى يتمكن الطلاب كلهم من العمل على المستوى الفردي المناسب للتحدي القابل للتحقيق.
- بناء المهارات الأساسية المفقودة من خلال الإستراتيجيات، مثل «الرياضيات الخالية من الأخطاء»، والتوقع، والتخمين، والدعم المصحوب بكلمات مساعدة، والمراجعة، والآلات الحاسبة.
- التدريس بالتركيز على نقاط القوة لدى الطلاب، وأخذ اهتماماتهم في الحسبان.
- إدراك العلاقة بين بذل الجهد وتحقيق الأهداف.
- استخدام إستراتيجيات للتقليل من ردود الفعل السلبية تجاه ارتكاب الأخطاء (على سبيل المثال، عرض ردود الفعل المناسبة، ومناقشة الأخطاء الشائعة وكيفية تجنّبها)، وزيادة مستويات المشاركة.

وسنكتشف هذه التدخلات التربوية في الفصول اللاحقة، ولكن مفهوم التحدي القابل للتحقيق مبدأ أساسي مهم يستحق منّا التأكيد عليه هنا. فالهدف الرئيس من الكتاب في الواقع، هو تبيان كيفية معرفة مستوى التحدي القابل للتحقيق لدى الطلاب كلهم. فلا يوجد صفان يتشابه فيهما الطلاب في نقاط القوة، والتأثيرات الثقافية، والحاجات الخاصة، والمهارات التأسيسية، والمستويات المفاهيمية في الحساب واللغة وقدرات القراءة. فأحياناً ينضم إلى صفوفنا طلاب أتوا من مدارس كانت أقل نجاحاً في تدريس الرياضيات، أو تستخدم أنظمة تعليمية مختلفة. والمعلمون الذين يستخدمون إستراتيجيات متنوعة، ويُكيّفون المنهاج الدراسي وفقاً للمعرفة التأسيسية لدى طلابهم، سيزيدون من احتمالية النجاح في تلبية الاحتياجات المختلفة لهؤلاء الطلاب. ولكن التطوير والتوجيه المهنيين اللذين يستهدفان محتوى المنهاج الجديد يشتركان أحياناً في التقصير. ولسدّ هذه الفجوة، سأشرح كيفية تقويم مستوى التحدي القابل للتحقيق لدى الطلاب جميعهم، والذي يناسب كل وحدة تعليمية، حتى يصبح بالإمكان تطبيق التدريس على نحوٍ مناسب؛ للحدّ من المعيقات التي تعترض الطلاب وليس إلغاءها تماماً.

ملاحظة عن «المادة الرمادية» "Gray Matter"

وجدتُ أن التربويين الذين أعمل معهم في برامج التطوير المهني، وورش العمل يعبرون عن ردة فعل متشابهة عند اكتشافهم كيف يحوّل الدماغ البيانات الحسّية إلى أجزاء من المعرفة، فتأتي لحظة «ارتياحهم من معرفة» لماذا كان أفضل الدروس التي درّسوها ناجحة جداً. ونظراً إلى أنهم يستطيعون ربط نجاحهم في التدريس بفهم أي النظم العصبية كانت تعمل بأقصى قدراتها (أي ما حدث لأدمغة طلابهم خلال الدروس حين جرى كل شيء على ما يرام)، مضى هؤلاء المعلمون في تعديل دروسهم التي كانت أقل نجاحاً، وتعاونوا مع زملائهم في الدروس الجديدة باستخدام البحوث القائمة على الدماغ بوصفه دليلاً إرشادياً.

وتزوّدك أقسام «المادة الرمادية» في هذا الكتاب بخلفية تساعدك على اكتساب المعرفة عن بنية الدماغ ووظائفه؛ حتى تستطيع أن تفهم بصورة أفضل احتياجات طلابك التعليمية ونقاط القوة في تعلمهم. تساعدك معرفة كون إستراتيجية ما إستراتيجية عصبية منطقية، على تعديل تلك الإستراتيجية لتناسب الحاجات المختلفة للطلاب والمناهج. وعندما تعرف لماذا تنجح إستراتيجيةٌ ما، فستزداد ثقتك بنفسك وقدرتك على توظيف هذه الإستراتيجية في التدريس والتعلم. وسيلمس طلابك هذه الثقة والحماسة اللتين تحظى بهما؛ وهذا يساعدهم على حبّ الرياضيات بدلاً من النفور منها.

وعندما تشارك طلابك فيما تتعلّمه عن الدماغ، فإنهم دون شك سيطالبون بمعرفة المزيد عن كيفية عمل أدمغتهم، وكيف يمكنهم زيادة مستوى ذكائهم. والطلاب مثلك تماماً، يمكن تمكينهم بعرض الأفكار التي تأتي من فهم لماذا وكيف تعمل إستراتيجيات معينة؟ وعادةً ما يكون الطلاب أكثر تقبلاً للمهام المطلوبة منهم حين تكون بحوزتهم أدوات معينة (انظر الملحق ب: دليلك إلى الدماغ)، وسيتعلمون أن أدمغتهم تبني شبكات عصبية أكثر قوة وفاعلية، وتحتفظ بالذكريات مدّة أطول حين يستنتجون المسائل الرياضية ويحلّونها بأكثر من طريقة، ويطبّقون الرياضيات خارج الصف. وستجد أنت وطلابك الإجابة عن السؤال المشهور: «لماذا يتعيّن علينا أن نتعلم ذلك؟» والإجابة هي: «لأنه يساعد على نمو أدمغتنا، من ثمّ نزداد ذكاءً!».

عكس السلبية تجاه الرياضيات من خلال تغيير المواقف؟

«إنني أدع السلبية تنزلق بعيداً عنّي تماماً كانزلاق الماء من على ظهر البطّ. إن لم يكن الأمر إيجابيّاً فإنني لا أستمع إليه. وإن استطعت التغلب على السلبية، فإن كل شيء سيصبح سهلاً».

جورج فورمان George Foreman– بطل ملاكمة أمريكي

الخطوة الأولى لتحقيق النجاح في مادة الرياضيات هي اتخاذ الموقف الإيجابي تجاهها، لكن هذا آخر ما نتوقّعه عند كثير من طلابنا.

الطلاب مثل آبائهم من قبلهم؛ حيث يأتي كثيرٌ منهم إلى الصفّ حاملين معهم دوماً مشاعر عدم حبّهم لدراسة الرياضيات؛ فقد كشف استطلاع للرأي أجرته عام 2005 «وكالة أنباء أسوشييتد برس» و«أمريكا أون لاين» ضم ألف شخصٍ بالغ في الولايات المتحدة، أن 37% منهم كانوا «يكرهون» الرياضيات في المدرسة. وأظهر الاستطلاع أن أولئك الذين عبّروا عن كرههم للرياضيات كانوا أكثر من ضعفي أولئك الذين عبّروا عن كرههم لمواد أخرى. (وقد نفّذ هذا الاستطلاع شركة إيبسوس العالمية لاستطلاعات الرأي بنسبة خطأ ± 3% في العيّنة).

قد يعتقد بعض الناس أنه فور تخرّج الطلاب في المدرسة، فإنهم سيدركون القيمة الحقيقية لمادة الرياضيات التي كرهوها. وقد اتضح من الاستبانة التي أجريت في الولايات المتحدة لتقويم الكفاية الرياضية لدى عينة عشوائية من البالغين أن 71% منهم لم يستطيعوا حساب الأميال لكل جالون بنزين لرحلةٍ ما، و58% منهم لم يستطيعوا حساب نسبة 10% من إكرامية فاتورة الغداء. ومع ذلك، لم يُعبّر سوى 15% فقط من الذين استطلعت آراؤهم

(من عينة الدراسة) عن تمنّيهم لو أنهم تعلموا الرياضيات أو درسوها أكثر في المدرسة (Phillips, 2007).

تكثر الخرافات والمفاهيم غير الصحيحة عن الرياضيات، مثلاً، يشيع الاعتقاد أنه:

- يتعين عليك أن تكون شديد الذكاء؛ كي تصبح جيداً في الرياضيات.
- من المقبول أن تكون ضعيفاً في الرياضيات؛ لأن هذا حالُ معظم الناس.
- لا تُستخدم الرياضيات كثيراً إلا في مهنٍ خاصة.

إضافة إلى ما سبق، فإن لدى كثير من الناس موقفاً يعبّرون عنه بقولهم: «قال والداي: إنهما كانا ضعيفين في الرياضيات؛ فهم لا يتوقعاني أن أكون أفضل منهما في هذه المادّة».

لماذا توجد سلبيات كثيرة تجاه الرياضيات؟ تتضمن الأسباب تدني التوقعات الذاتية نتيجة تجارب سابقة في الرياضيات، وتحيّز الآباء ضدها، وعدم كفاية المهارات التي يتطلّبها النجاح في تعلّم الرياضيات، والفشل في استخدام الرياضيات من خلال مواطن قوة تعلمها، والخوف من ارتكاب الأخطاء. ويعرف المعلّمون أيضاً تمام المعرفة أن السلبية تجاه الرياضيات تؤدي إلى عواقب شتّى تشملُ التوتر، وقلّة الدافعية، وتدني مستوى المشاركة، والشعور بالضجر.



تأثير أولياء الأمور

كثير من أولياء أمور طلاب اليوم تعلموا الرياضيات من خلال أوراق العمل والتمارين، من ثمّ يتوقعون لأبنائهم مثل ذلك. أما الآباء الذين تعلّموا الرياضيات عن طريق مهارات الحفظ المتكرر (بدلاً من طريقة البناء القوي للمفهوم)، وكانوا ناجحين فيها، فقد يستاؤون من أن يتعلم أبناؤهم الرياضيات بطرقٍ أخرى كالاستقصاء، أومن خلال الوسائل اليدوية. والنتيجة المحتملة هي شعور بعض الآباء بالإحباط، حين لا يكون بمقدورهم مساعدة أبنائهم على أداء الواجبات المنزلية التي لم يعتادوا مثلها.

ولكن من المحتمل ألا يتشارك هؤلاء إلا مع آبائهم نقاط قوة التعلم اللفظية واللغوية والسمعية نفسها. إن أكثر ثلاثة أنواع ذكاء نجدها لدى الطلاب اليوم، هي: الذكاء اللغوي، والبصري–المكاني، والحسّي–الحركي، وهي أنواع الذكاء نفسها التي ميّزت معظم المتعلّمين قبل 25 عاماً، مع تغيّر نسبة

الطلاب لسكل نوع. لقد انخفضت نسبة المتعلّمين ذوي الذكاء اللغوي (السمعي)، ورجحت نسبة المتعلمين البصريين رجحاناً كبيراً. وتبلغ اليوم نسبة المتعلمين ذوي الذكاء البصري– المكاني أكثر من 50% من الطلاب؛ منهم 35% من ذوي الذكاء الحسي– الحركي، في حين تبلغ نسبة الطلاب ذوي الذكاء اللغوي 15% فقط؛ (Gardner, 2000).

وتشمل أيضاً قلة احتمال مواجهة التحدي، والعجز عن مواكبة الدروس الصفية، وحدوث مشكلات سلوكية، وتجنب حضور حصص الرياضيات المتقدمة الضرورية للتفوق لاحقاً.

العودة بالطلاب إلى «الصورة»

أجريت دراسة تتعلق بتصوّر طلاب المدارس المتوسطة عن المشاركة الأكاديمية (Bishop & Pfl aum , 2005)؛ حيث طُلب إلى طلاب الصفين الخامس والسادس التعبير عن تجاربهم التعلمية بالرسم، ثم التعبير بالرسم أيضاً عن التجارب التعلمية التي فضلوها على غيرها. في الحالة الأولى، وُجد في رسومهم أن التركيز كان على المعلمين والسبورات، ولم يرسموا أنفسهم عادة في الصور. أما رسومهم عن التعلم الذي يفضّلونه، فقد أظهر الطلاب أنفسهم على نحوٍ بارز.

وهذه النتيجة كانت وثيقة الصلة بصورة خاصة بالسلبية تجاه الرياضيات.لذا، فكّر في الإحباط الذي ينتج حين يتعلم الطلاب الرياضيات عن طريق حفظ الحقائق وخطوات الحلّ بدلاً من ترسيخ المفاهيم في أذهانهم. فالقسمة المطولة على سبيل المثال، تحدّ مبكّر في الرياضيات غالباً ما تُدرّس على أنها عملية تتكون من خطوات يحفظها الطلاب، وهي تتضمن عمليات الطرح والجمع والضرب، وكثيراً ما يكون هذا قبل أن يتقن الطلاب هذه المهارات الأولية إتقاناً جيداً. وعليه، فإن الطلاب عادة ما يواجهون صعوبة في حل مسائل القسمة المطولة التي لها باقٍ (مثل، 67÷8=8 ويبقى 3). وغالباً ما يكون حلّ مثل هذه المسائل غير ممتع للطلاب، ولكن حينما يُنجزون ما يكفي من التمارين، تتكوّن لديهم الأسس الرياضية الضرورية للنجاح (عادة، يحدث هذا في الصف الخامس أو السادس)، وعندئذٍ، يُطلب إليهم كتابة ناتج القسمة بالكسور العشرية أو الاعتيادية دون كتابة الباقي، ومن غير تفسير. ويطلب

أيضاً الكتاب المدرسي والمعلمون إلى الطلاب تقريب الإجابة إلى أقرب جزء من العشرة، أو أقـرب جزء من المئة، أو كتابتها علـى صورة عدد كسري (رقم صحيح وكسـر) ، أو على صورة كسور اعتيادية.

وغالباً لا يُخبر الطلاب لماذا يتعيّن عليهم القيام بهذه التغييرات، وإن أُعطيت لهم أسباب فإنها في الأغلب، تكون إما مُربكة أو غامضة. وأذكر أول مرة حدّدتُ تمريناً من الكتاب بوصفه واجبــاً منزليّاً يطلب كتابة الإجابة بأشكال مختلفة، لم يكن لديّ سبب منطقي واضح أعرضه على طلابي في الصف الخامس؛ حيث لا يُقدم للطلاب تفسير عن أيّ أشكال الإجابة أفضل، أو متى يُستخدم كل شكل من هذه الأشكال التي تظهر دائماً في الواجبات المنزلية والامتحانات. لا يُتاح للطلاب في كثير من المدارس فرصة المشاركة في النقاشات الصفية حول التطبيقات الحياتية لمعنى الباقي، أو الكسور العشرية في الحياة.

مثلاً، عندما يتعلق الموضوع بمعدل الفائدة على مبالغ كبيرة من المال، فإن الفرق بين 8.3 و 8.375 % يكون مهمّاً جدّاً للمقترض. وفي أحيان أخرى، لا يكون الباقي أو الكسور العشرية ذا أهمية، مثل حساب: كم طاولة تتّسع لثمانية أشخاص نحتاج إليها لجلوس 67 طفلاً إليها في حفلة بيتزا؟ فسواء أكان الباقي 3 أو كان ناتج القسمة 0.375، فإن هذا لا يشكّل فرقاً حقيقيّاً؛ لأن أي باقٍ أو كسرٍ عشري يعني أننا في كل حال في حاجة إلى طاولة إضافية.

وفـي ضوء ذلك، لمــاذا نستغرب وجود السلبيــة والإحباط والتوتر لـدى الطلاب، تجاه الرياضيات؟ إنهم يُطالبون عادة بحفظ خطوات الحلّ، –الذي كان مقبولاً في السنة الماضية ولـم يعد كذلك، ومن ثم يتذكرونهــا –دون تفسير أو ربط بالمفاهيم. ونــادراً ما يُعَدّ المنهاج لتلبيــة اهتمامــات الطلاب من خلال إتاحة الفرصة لهم أن يتعلموا مـا يريدون ليتعرفوا كيفية كتابــة الباقي بأشكال عــدة. إن الدماغ –الذي يعمل على مستوى استيعاب المعلومات وتشكيل الذاكرة– لا يهتم بذلك دون وجود قيمة شخصية واضحة تماماً.

يفهــم الطــلاب الرياضيات حينما يــرون تطبيقاتها في الحياة اليوميــة بطرائق تجذب اهتمامهــم، وبعبارة أخرى، عندمــا يستخدمون الرياضيات بوصفهــا أداة تلبي احتياجاتهم. ولا يُــروّج لذلك في المسائــل النصيّة التي تتناول عدد الكتب الدراسيــة، أو عدد الطلاب في

الصف. ولكنك حين تعطي مجموعات صغيرة من الطلاب 67 عود أسنان وبعض البطاقات، وتطلب إليهم حلّ مشكلة المقاعد في حفلة البيتزا التي سبق ذكرها، فإنهم سيبنون المعرفة السابقة عن المواقف الحياتية، وهنا لا يكون للباقي الحسابي معنى مفيد. وحين يفكّرون في تقسيم القطع المتبقية من البيتزا إلى أجزاء، فإنهم سيدركون أن الكسور الاعتيادية أو الكسور العشرية أدوات قيّمة لتحقيق العدل في مشاركة تناول البيتزا، في حين يعني وجود «الباقي» أن هناك قطعاً من البيتزا المتبقية في العلبة؛ لأنه لا توجد وسيلة لتقسيمها.

تُدرّس معظم المهارات الحسابية الابتدائية من خلال التذكّر الصمّي (الحفظ عن ظهر قلب)، وتقوّم بوساطة الامتحانات لاختبار الذاكرة. والأطفال الذين لا يتفوقون في حفظ الحقائق غير المترابطة يكونون أقل نجاحاً، وينتابهم الشعور بعدم الكفاية، ويفقدون الثقة في قدرتهم على حلّ المسائل الرياضية. وعليه، تتولد لديهم سلسلة من القلق المتزايد تجاه الرياضيات، وقلة الثقة في النفس، والانعزال، والفشل. وهذا مما يؤسف له؛ لأن القدرة على حفظ العمليات الحسابية الأساسية وجداول الضرب لا تحدد من الذي يمكن الارتقاء بمستوى إمكاناته في الرياضيات. ولكن القدرة على تمييز الأنماط، وبناء المفاهيم العقلية التي تستخدم الحقائق الرياضية الأساسية هو أمر أكثر أهمية.

والرياضيات التي «تُدرّس من أجل الامتحان» لها أثر سلبي، حتى لو نجح الأطفال في استخدام هذا النهج. والمشكلة هي ليست وصول الأطفال إلى مستوى التوقعات من الامتحانات المقنّنة، وفعلاً سيصلون إليه، ولكن إنجازاتهم ستتوقف عند هذا الحد. وإذا كان منهاج الرياضيات المستخدم لا يتضمن مسائل يريد الطلاب إيجاد حلول لها، ومناقشات تربط بين هذه المسائل وما يحتاج الطلاب إلى تعلّمه، فإن تدخّلاتك التربوية ستكون مهمة؛ كي لا يزداد شعور الطلاب بالمشاعر المتناقضة، والنفور من الرياضيات.

بناء الاتجاهات الإيجابية نحو الرياضيات

قبل أن يصبح الأطفال مهتمين بالرياضيات، لا بدّ من أن يشعروا بالراحة تجاهها، والإحساس ببيئة آمنة مادياً ونفسياً قبل أن يبدؤوا التعلم، حيث يبني الطلاب إستراتيجيات

تعينهم على المرونة والتكيف، حين يتعلمون كيف يستخدمون قدراتهم الأكاديمية في بناء المهارات والإستراتيجيات الرياضية. وتعينهم تدخّلاتك التربوية على تقوية بناء شبكات المفاهيم، حيث تُنقل المعلومات عبر المرشّحات العاطفية في الدماغ إلى المنطقة التي تتركز فيها مهارات التفكير عالية المستوى؛ أي منطقة قشرة الدماغ الأمامية the prefrontal cortex (PFC). ومع مواصلة التمرين، سيكون باستطاعتهم استخدام أعلى مستويات التحليل في قشرة الدماغ الأمامية لتقييم المعلومات التي يستقبلونها، واكتشاف حلول إبداعية للمسائل الرياضية (إضافة إلى المسائل في المواد الأخرى جميعها). ولاستيعاب كيف يتعلّم طلابك بصورة أفضل، لا بدّ أولاً من أن تتعرف كيف تقدم المعلومات إليهم عبر هذه المرشّحات؛ كي تبدأ ببناء الإيجابية تجاه الرياضيات.

* **إستراتيجية: نظّم اجتماعات عائلية**

لا أحد يرغب في زيادة العبء على الطلاب، خاصة عندما تشكّ في أن أحد الطلاب سيعاني إساءة عاطفية، وربما جسدية إذا لم يكن على مستوى توقعات والديه في الرياضيات. إن أولياء الأمور الذين يتوقعون من أطفالهم توقعات عالية جداً، غالباً ما تدفعهم هذه الرغبة إلى أن يشاهدوا تحصيل أطفالهم أكثر مما حصلوا عليه.



اللوزة الدماغية: مرشح التوتر

إن تغيير المواقف السلبية تجاه الرياضيات قد يستغرق شهوراً إذا كان الشعور بالتوتر عند طلابك مستمراً، لدرجة الإحساس بالعجز واليأس. وإذا كان طلابك يشعرون بالقلق في حصة الرياضيات، فهناك احتمال قليل من وصول المعلومات التي تدخل أدمغتهم إلى منطقة التفكير الواعي، ومناطق الذاكرة طويلة المدى في قشرة الدماغ الأمامية، وعندئذ لن يتعلّموا شيئاً. فالتوتر هو الحاجز الرئيس للمرشح، ويجب التغلب عليه. ويمكن تخيل كيف يؤدي التهديد الحقيقي أو الخيالي إلى التوتر، تماماً كما ينتج الإحباط عند الحيرة والملل من التكرار.

يعيق التوتر تدفق المعلومات عبر اللوزة (amygdala) في الجهاز الطرفي الدماغي (أي الجزء الذي يتحكم في العواطف) إلى قشرة الدماغ الأمامية، وتوجه أيضاً المدخلات الحسية إلى المناطق الذاتية والانعكاسية في المنطقة السفلية من الدماغ. وهذه الأجزاء هي الشبكات اللاواعية والأكثر بدائية في الدماغ التي تجعل الجسم مستعداً لمواجهة الخطر المحتمل، وهي خاصة بردود الفعل السريعة، مثل المقاومة أو الهروب أو الفتور. وفي حالات الإجهاد، فإن العواطف تسيطر على المعرفة ما يحدّ من تأثير التفكير المنطقي في قشرة الدماغ الأمامية في السلوك، والتركيز، والذاكرة، وحل المشكلات (Kienast et al, 2008). وتعيق أيضاً التجارب السابقة السلبية تدفق الذكريات المُخزّنة (عبر اللوزة) الضرورية لفهم المعلومات الجديدة ذات الصلة، واستخدام المعرفة التأسيسية لحلّ المشكلات الجديدة (LeDoux, 1994)

لقد بدأ فهم آثار التفكير المرتبط بالتوتر ومشكلات الذاكرة على المستوى العصبي، حيث تعزز العواطف الإدراك والتعلم أو تضعفهما (Goleman, 1995). وحينما يشعر الطلاب بالتوتر، فإنهم لا يستطيعون استخدام أدمغتهم، من ثمّ فإن تخفيف التوتر المتعلق بالرياضيات هو مفتاح النجاح.

ولكن يا للأسف، حين يستوعب الأطفال هذه التوقعات ولا يحقّقونها، فربما يعانون الاكتئاب أو القلق أو الأمراض الجسدية (فالمستويات العالية من الكورتيزول (cortisol) المصحوبة بالتوتر المستمر يقلّل من استجابة المناعة)، أو الأمراض النفسية، أو قد يؤذون أنفسهم والآخرين جسدياً.

وتساعد الاجتماعات العائلية أولياء الأمور على معرفة بعض الأدلّة العلمية التي تربط تأثير التوتر بالنجاح الأكاديمي. وهذه التدخلات التربوية ستمكّنك أيضاً من أن تشرح أن أول خطوة للنجاح في الرياضيات هي تكوين الموقف الإيجابي تجاه موضوعاتها، وليس فقط تجاه العلامات المدرسية المرتبطة بها.

ويمكنك أيضاً أن تقترح على أولياء الأمور طرقاً ليشاركوا فيها بطريقة إيجابية. ووضّح لهم أيضاً أن الدماغ يكون متقبلاً لتعلم موضوع ما بصورة أفضل عند وجود ترابط واضح بين هذا الموضوع وأمر ذي قيمة بالنسبة إلى الطفل. ويمكن لأولياء الأمور أن يتصرفوا كما لو أنهم «مناصرو الرياضيات»، فيبحثون عن طرق لدمج الرياضيات المستخدمة في الحياة العملية مع اهتمامات أطفالهم وهواياتهم. فمثلاً، يمكنهم تشجيع أطفالهم على حساب المدة الزمنية

حتى يبدأ البرنامج التلفازي المفضل لديهم؛ كأن تكون الساعة تشير إلى الثالثة 3:00 وموعد البرنامج يبدأ في 5:30. ويمكنهم أيضاً مساعدة الأطفال على المقارنة بين أثمان الأشياء التي يحبّونها (كالدراجات، والألعاب، والحاسوب) في إعلانات الصحف التي تعرض نسباً متعددة من الخصومات على مختلف الأسعار الأصلية.

*** إستراتيجية: إعادة الامتحان للتخلص من التوتر**

طمئن الطلاب جميعاً أنهم إن أرادوا الحصول على علامات مرتفعة فستتاح لهم الفرصة لذلك، مثل إعادة الامتحان، مما يمكّنهم من استعادة قدرتهم على السيطرة. ولمّا كان التحسن فـي الرياضيات يستند بقـوة إلى المعرفـة التأسيسية، فإن الطلاب يحتاجـون إلى إتقان كل موضـوع من موضوعـات الرياضيات–التي تشكّل الأساس العلمي الـذي ينطلق منه الطلاب؛ لتوسيـع الشبكات العصبية للأنماط والمفاهيم– قبـل أن ينتقلوا إلى المستوى التالي. وتمنح إعادة الامتحان أيضاً الفرصة لإعادة تقويم الإجابات، وإجراء التصويبات الضرورية. ولضمان إتقان الطلاب مبحث الرياضيات، فإنه ينبغي إعادة الامتحان إذا كانت درجاتهم أقل من 85%؛ والهدف الأساسي هو أن يتعلم الطلاب لكي يتقنوا المادة الضرورية التي يتطلبها تكوين خلفية علمية كافية لديهم لضمان نجاحهم عندما ينتقلون إلى المراحل اللاحقة.

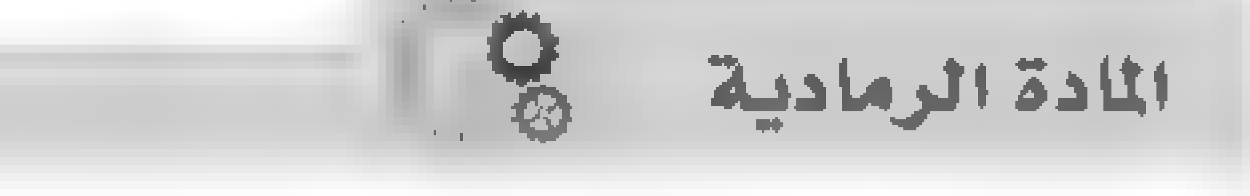
إن تحمل المسؤولية المتعلقة بإعادة الامتحان تسمح للطلاب بناء مهارات تتعلق بالاعتماد على الـذات، والتخطيط للأهداف، والتعلم المستقل. ولكن قد يبـدي أولياء الأمور والزملاء مخاوفهم من أن الطلاب قد لا يشعرون بالمسؤولية أو الجدّية عندما يعلمون أنهم سيحصلون على فرصة أخرى (لإعادة الامتحان). ولكن تزداد المسؤولية لدى الطلاب عندما يُطلب إليهم تقديم أدلة على اتخاذ إجراءات تصحيحية، كالمشاركة في التدريس، أو القيام بمراجعة المهارات، أو إعطاء أمثلة من النص توضح كيفية حلّ هذا النوع من المسائل بصورة صحيحة. وإذا حُسب متوسط علامتي الامتحانين الأول والثاني فسيدرك الطلاب أنهم ما زالوا مسؤولين عن علامة الامتحان الأول.

وعند التعامل مع الغِش (وهي ردة فعل مؤسفة ناجمة عن التوتر من العلامات التي تقلّ من مستويـات الثقة وتقدير الذات)، فإن خيارَ إجراء إعادة الامتحان أسلوبٌ إيجابي للتعامل مـع العلامات المتدنيّـة. وتستغرق إعادة الامتحان جزءاً من وقتـك، غير أنها تظهر لطلابك أنك تحترم قدراتهم كي يصبحوا متعلمين ناجحين ومسؤولين.

* إستراتيجية: إظهار قيمة الرياضيات

إن المفتـاح لزيادة اهتمام الطلاب بالرياضيات هـو أسر خيالهم. فبدلاً من أن تدعهم يرون الرياضيات مادة دراسية مبعدة (مهملة)؛ اعرض عليهم قيم الرياضيات الكاملة بطرق تلهمهم. فإذا كنت تدرّس المرحلة الابتدائية، فابحث عن فرص خلال اليوم كي تبيّن للطلاب طرقاً تبين كيفية الاستفادة من الرياضيات، وأنها قابلة للتطبيق في مجالات اهتمامهم. فمثلاً، يمكن للطلاب استخدام الرياضيات في تحديد عدد الطلاب المتغيّبين عن طريق عدّ الطلاب الحاضرين، وطرح الرقم من العدد الأصلي للطلاب.

أمـا في المراحل العليـا، فالتخطيطُ عبر المنهاج طريقةٌ لتحقيـق هذا الهدف. فمثلاً، يمكن للطلاب الأكبر سنّاً حلّ مسائل مهمّة تتعلق بعدد التذاكر وأسعارها التي يحتاجون إلى



كيف يعزّز الموقف الإيجابي حلّ المشكلات

حـلّ المشكلات بالفطنة هو وظيفة القشرة الحزامية الأمامية the anterior cingulated cortex (ACC) ضمن قشرة الدماغ الأمامية، وهذه القشرة تحدّد أيضاً مصادر الانتباه، وتعدّل الدوافع (الحوافز). وقد أظهرت صور صُورّت بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) نشاطاً أيضيّاً متزايداً في هذه المنطقة حين يفكّر الخاضعون للتجربة في كيفية حل مشكلة ما. وأظهرت دراسة حديثة أجراها سوبرامانيام، كانيوس، بودين، باريش، جونغ–بيمـان (Subramaniam, Kounios, Bowden, Parrish & Jung –Beeman, 2009) تفاعلاً متزايداً للقشرة الحزامية الأمامية للخاضعين للتجربة، نتيجة للتنبؤ بمعرفتهم التي ستحدث لاحقاً بالإجابة قبل أن يفكروا في الإجابة. وتزيد حالات العواطف الإيجابية من النشاط الأساسي في القشرة الحزامية الأمامية زيادة كبيرة، وقد رُبطت بالحلول الأكثر نجاحاً للمشكلات.

> وأثبتت دراسة أخرى ذات صلة أجراها فريدريكسون، توجايد، ولاركين، (Fredricson, Tugade, Waugh & Larkin, 2003) أن حالات العواطف الإيجابية والحلول الإبداعية للمشكلات توسّع من الرؤية الشاملة، في حين تعمل العواطف السلبية على تضييقها، وأظهرت أيضاً أنها تحُدّ من الفطنة (البصيرة).

بيعها لتغطية نفقاتهم للذهاب في رحلة ميدانية. وعندما تزيد الشعور الإيجابي لدى طلابك تجاه الرياضيات، فإنك تفتح مرشحات أدمغتهم التي تعيق استيعابها، وتعزّز الذاكرة طويلة المدى، وتشجع الفهم العميق للمفاهيم بدلاً من مجرد التذكّر الصمّي (حفظها عن ظهر قلب rote memorization).

* إستراتيجية: ابدأ العام الدراسي بإظهار اهتمامك

إذا كنت تقرّ باحتمال وجود تجارب سلبية سابقة لدى طلابك في الرياضيات، وتودّ إظهار اهتماماتهم بها بوصفهم أفراداً، فاطرح عليهم أسئلة يمكنهم الإجابة عنها في دفتر الرياضيات اليومي، أو من خلال المناقشات الصفية، أو بإجراء محادثات خاصة مع الطلاب كلهم، ثم استخدم هذا الدفتر؛ كي تمنح الطلاب الفرصة لإخبارك عمّا فعله المعلمون السابقون، وهل وجدوه مفيداً أو لا. تشير إجابات طلابي أحياناً إلى أمور أقوم بها تؤدي إلى إزعاجهم. فمثلاً، «تسمح المعلمة بحدوث ضجيج في الصف، ومن ثم تتحدث بصوت أعلى من ضجيج الصف». وهناك إجابات أخرى كانت نوافذ تساعد على معرفة أسباب مشكلات معينة، كتدني نسبة المشاركة. كتب طالب آخر: «حين أطلب إلى المعلمة مساعدتي على حلّ مسألة ما، تجيبني: ما الذي لم تفهمه بالضبط؟ لذا توقّفت عن الأسئلة».

ابحث عن طرق لتشجيع الذكريات الإيجابية للتجارب المدرسية، واستخدم هذه الذكريات لإثارة الدافعية لدى الطلاب. فعلى الأرجح لا بدّ من أن يذكر كل طالب تجربة إيجابية واحدة على الأقل تتعلق بالمدرسة، وإن لم تكن تتعلق بمادة الرياضيات. لذا، عليك إثارة هذه الذكريات الإيجابية من خلال الأسئلة التالية:

- هل تذكر موقفاً كنت فيه متحمّساً لشيء ما في المدرسة؟ ربما كنت متوتراً، لكن حين بدأت تذهب إلى الروضة هل شعرت أيضاً أنك أصبحت «طفلاً كبيراً»؟ هل كنت تبحث بحماس عن تجربة بعض الأمور الجيدة التي سمعت بها، مثل عمل بصمات

لأصابعك، واللعب في ملعب المدرسة الجذاب، والحصول على لوازم مدرسية جديدة، وتعلم أشياء جديدة، ومقابلة أصدقائك كل يوم؟

- هـل تذكـر موقفاً كنت فيه فخـوراً لإجابتك عن سؤال، أو حيـن حصلت على علامة جيدة بعد أن درست بجدّ؟

هـل ساعدت صديقاً على فهم معلومة ما في الصف، أو دعوت زميلاً لك للانضمام إلى مجموعتك إن لم يكن ضمن مجموعة؟

بعـد مناقشة طلابك في بعض هذه المواقف الإيجابية، تحدّث عن أسباب تغير موقفهم تجـاه الرياضيـات نحو الأسوأ، وكيف حدث ذلك، قبل أن يلتحقـوا بصفك. وعندما تتبع هذه الطريقـة، سيبدأ الطلاب ببناء مجتمع صفي يشعرون فيه بالدعم حين يستمعون إلى تجارب زملائهم المتشابهة مع تجاربهم ومشاعرهم. ويمكن للأسئلة الآتية أن تشجّع مثل هذه النقاشات:

- متى استيقظت من النوم ولم تودّ الذهاب إلى المدرسة، وتمنّيت لو كانت عطلة نهاية الأسبوع؟
- ما الذي جعلك تشعر بالنفور من المدرسة، والرياضيات، مما فعله المعلمون؟
- هـل فقدت الاهتمام بالتعلم، لأنـك لم تتعلم أشياء جديدة، أو لأنـك لم تفهم أموراً اعتقدت أن الآخرين جميعهم قد فهموها؟

قد تحتاج إلى تحفيز هذه النقاشات المتعلقة بالسلبية من خلال تجاربك الشخصية، وإن فعلت ذلك فستزيد من الروابط بينك وبينهم. تذكّر الأوقات التي شعرت فيها أنك أمام تحدٍّ يفوق استطاعتك، أو شعرت بعدم الانتماء، أو كنت مستعداً للاستسلام، فكيف كان شعورك؟ إن هـذه المشاعـر في الاحتمالات جميعها، تشبه كثيراً الأحاسيـس التي يمر بها طلابك. لذا شاركهم في هذه التجارب، واذكر لهم الحلول أو الوسائل التي واجهت بها السلبية، وتغلّبت عليها.

*** إستراتيجية: دع طلابك يقيّموك**

غالبـاً ما تسبِّـب التقارير والعلامات المدرسيـة توتراً عالياً، وتُبقـي الذكريات السلبية قوية. لذا، اشرح لطلابك بوضوح سياستك في تسجيل النقاط (العلامات ونحوها) على العمل

الجزئـي (إن كانت هناك محاولة جادّة لحـلّ المسألة)، وتصحيح الواجبات المنزلية. والفت انتباههم إلى أن مجرّد نسخ الأسئلة سيساعدهم على بناء أدمغتهم الرياضية، وكذلك عندما يراجعـون الواجبـات المنزلية، فإنهم سيحققون نجاحاً أكثر حين يعـودون إلى قراءة الأسئلة التي نسخوها بدلاً من أن تكون صفحات دفاترهم بيضاء.

أمنحُ طلابي الفرصة لتحديد المجالات التي سيقيّمونني فيها لتزويدي بعد ذلك بتقرير بالدرجـات التي حصلت عليها. وقد اختار طلاب الصف السابع الذي أدرّسه أخيراً، مجالات التقييم الآتية: اللطف، التنظيم، العدل، الودّ، المحاباة، المعرفة بالمادة، الفكاهة، الاستماع، الشرح الجيد للمادة.

كانـت العلامات الأعلى فـي أول حصة للتقييم، في المجالات الآتية: **اللطف، الودّ، العدل، المحاباة** (أي عدم وجودها)، **المعرفة بالمادة**. ولكنّ كثيراً من طلابي شعروا أنني في حاجة إلى تحسيـن مهارتيّ الاستماع والشـرح، وأُصبت بخيبة أمل لأنني اعتقدت أن أدائي كان جيداً في هاتين المهارتين. لـذا، طلبت إليهم أمثلة محددة (كان باستطاعتهم ذكرها شفهيّاً أو كتابيّاً دون ذكـر أسمائهـم)، وتلقّيت إجابات قيمة. ثـم طلبت إلى زميلة لي حضـور حصص عدة، والتركيـز على هذين المجالين، وساعدتني على تحديد الأوقـات التي كان بإمكاني أن أشرح أو أستمع فيها بصورة أفضل، وأجريت بعض التغييرات. وكانت هذه تجربة قيّمة، واستمررت أوضح لطلابي أنني أقدّر آراءهم في كل مرة يقوّمونني فيها. وآمل أن أستجيب لآرائهم بصورة أفضل لأني مازلت أتعلّم.

عندما تساعد طلابك على بناء موقف إيجابي تجاه الرياضيات، فإنهم سيهتمون بالمادة، وتصبح لديهم الدافعية للتميز فيها؛ لأنهم يقدّرون قيمتها. وعندما تعرض التجارب والفرص التي تلهم الطلاب لقياس الأمور التي حولهم والاستفسار عنها وتحليلها، فعندئذٍ سيرغبون في اكتساب المعرفة والأدوات الرياضية التي يتطلبها تحقيق هذه الأهداف. وما إن تفتح للطلاب الأبـواب التي كانت مغلقة بالمشاعر السلبية، فعندئذٍ ستصبـح الرياضيات أداة سهلة وقيّمة تساعدهم على الفهم والوصف، وتزيد من قدرتهم على التحكم في العالم الذي يعيشون فيه.

فهم التحدي القابل للتحقيق والتخطيط له

«يكمن سرّ النجاح في تقسيم مهامّك المعقدة والمُربكة إلى مهام صغيرة وسهلة، ومن ثم البدء بأولها».

مارك توين Mark Twain- كاتب أمريكي

تخيل المشاهد (السيناريوهات) الآتية، وردود الفعل الشخصية التي ستنشأ عنها على الأرجح:

- هبطت بالمظلة على قمة منحدر شاهق في منتجع للتزلج على الجليد، في حين لم تكن لديك الخبرة إلا للتزلج على المنحدرات المخصّصة للمبتدئين.
- تحتّم عليك قضاء النهار وأنت تتزلج على تلة صغيرة، في حين أنك متزلج محترف.
- تخيل أنك تمارس لعبة رمي السهام، والهدف يبعد عنك قدمين.
- تخيل أنك تمارس لعبة رمي السهام، والهدف يبعد عنك مئتي قدم.
- تخيل أنك في الصف الثالث تحاول حل لغز الكلمات المتقاطعة المخصصة للمحترفين.
- تخيل أنك شخص كبير تحاول حل لغز الكلمات المتقاطعة المخصصة للأطفال.

في كل موقف من هذه المواقف المتطرفة، ستشعر بالإحباط أو الملل تبعاً لمستوى التحدي القابل للتحقيق الذي تتعامل معه. لذا، فالتفكير في هذه المشاعر الشخصية يساعدنا على فهم مشاعر الطلاب الذين لا يمتلكون الخلفية الأساسية لفهم الموضوعات الجديدة التي يتعلمها

طلاب الصف، أو مشاعر أولئك الطلاب الذين أتقنوا هذه الموضوعات، ويشعرون بالملل من الاستماع إلى دروس لا تقدم لهم معلومات جديدة.

تسيــر دروس الرياضيات في المنهــاج غالباً على وتيرة واحدة، دون اكتراث لمستوى كل طالب في إتقان المفاهيم القبلية.

وسيشعر الطلاب الذين ليس لديهم مواقف سلبية تجاه الرياضيات، على الأرجح، بالملل حيــن تُكرر عليهم الدروس التي أتقنوها. وبالمقابل، فإن الطلاب الذين لا يمتلكون المهارات الأساسية الضرورية أو الذين يعجزون عن متابعة الدروس سيشعرون بالإحباط.

إدخال التحدي في المعادلة

عند انخراط الطلاب في التعلم، فإنهم بحاجة إلى تحدٍّ مناسب قابل للتحقيق. وتحتاج هــذه التحديــات القابلة للتحقيق مــن الطلاب إلى بذل جهد عقلي كي يــؤدوا مهمة صعبة إلى درجــة كافية لإثارة اهتمامهم، ولكنهــا ليست صعبة إلى درجة تجعلهــم عاجزين فيُحبطون. وفي الواقع، سيصبح تركيز العقل عند تحقيق هذا التوازن أمراً ممكناً مدة طويلة من الزمن.

إذا أعطيت طلابك الذين لديهم سلبية تجاه الرياضيات امتحاناً في موضوع أتقنوه قبل سنــوات، فإنك في هذه الحالة لن تحسّن من شعورهم بصورة إيجابية نحو الرياضيات، مثل اختبار طلاب الصف الخامس في جمع أعداد صحيحة كل منها مكون من رقم واحد. قد يتفوق الطلاب جميعهم في الامتحان، لكنهم إذا لم يشعروا أن هذا الإنجاز كان تحديّاً لهم، فإنهم لن يشعروا برضاً حقيقيٍّ عن تفوقهم هذا .

في حين يكون التحدي محفّزاً قوياً للطلاب عندما يشعرون أن المهمة الموكلة إليهم تحقق لهــم فائدة، ويستطيعون أن ينجحوا فيها إذا بذلوا جهداً وكانوا مثابرين. ولمّا كان باستطاعة مرشــح اللوزة العصبية (كما شُرح في الفصل الأول) إعاقة التعلم عند شعور الطلاب بالتوتر أو الإحبــاط أو الارتباك، فإن التعلــم المثالي المناسب لكل فرد هو الذي يتضمن تحديّاً قابلاً للتحقيق. والتحدي القابل للتحقيق وسيلة فعالة؛ لأن كل تجربة ناجحة تؤدي إلى زيادة مستوى

الناقل العصبي في الدماغ الذي يُدعى الدوبامين، الذي يصاحبه شعور بالمتعة، وانخفاض درجة القلق تجاه ضغوطات عدة تشمل الرياضيات. والمكافآت الفعلية الناجمة عن حل مشكلات التحدي هي مكافآت فعالة، وإن ردة فعل الدوبامين الجالب للمتعة أيضاً تشجع على ممارسة تجارب مماثلة لاحقاً.

إذا كانت الإنجازات الحقيقية مصحوبة بتحديات مناسبة، فعندئذٍ يفوز الطلاب بمكافأة على إتقانهم وجهدهم ومثابرتهم. وحين يحدث ذلك، تقلّ السلبية تجاه الرياضيات، وسيتمكنون من التغلب على المشكلات بسرعة، وسيجد الطلاب أنفسهم متعلمين للرياضيات ومبدعين فيها، في الوقت الذي يكتسبون فيه الثقة والفضول، والمرونة، والمثابرة، والاهتمام، والابتكار. أما الطلاب المثقلون بالسلبية، فعلى المعلمين استخدام أساليب متنوعة ليوفروا لهم فرصاً للنجاح عند تنفيذهم التحدي، ولكن يتعين تقديم مساعدات كافية لهم لطمأنتهم أن الفشلَ نادرُ الحدوث. (ستجد وصفاً لهذه الأساليب في الفصول اللاحقة).



المادة الرمادية

دورة مكافأة الدوبامين

الدوبامين (Dopamine) ناقلٌ عصبي صديق للتعلم، ومرتبط بالمشاعر الممتعة، والدافعية والذاكرة، والتركيز. ويتحكم في إطلاقه وإيقافه هيكل عميق في الدماغ يسمى نواة أكمبنس (أو النواة المتكئة the nucleus accumbens (NAc)). والبشر بفطرتهم يضعون قيمة إيجابية للأفعال أو الأفكار المرتبطة بإطلاق الدوبامين وبالمتعة.

أحد المثيرات المتعلقة بإطلاق الدوبامين هو الوعي باتخاذ قرارات صائبة؛ فالدماغ يقدّر الإجابة الصحيحة أكثر عندما يكون السؤال أو حل المشكلة ضمن نطاق التحدي للشخص، وليس عندما يحتاج ذلك إلى قليل من المجازفة أو الجهد. إن ارتفاع مستوى الدوبامين أو انخفاضه، بوصفه رد فعل على الرضا عن الاختيار الصائب (الإجابة الصائبة) هو طريقةٌ لتعلم المعلومات التي حصل عليها من المشاركة، أي الإجابة عن السؤال. ويفضّل الدماغ الأفعال التي تُطلق كميات كثيرة من الدوبامين ويكرّرها. وبهذه الطريقة، يساعدنا الدوبامين على الاختيار من بين مجموعة من الأبدال.

لا يسبب إطلاق الدوبامين الشعور بالمتعة فحسب، بل يقلّل أيضاً من القلق ويزيد الذاكرة. وقد أظهرت دراسة أجريت على الجرذان أن إطلاق الدوبامين في الحصين (منطقة في الدماغ– المترجم)

يحفّـز نقاط الاشتبـاك العصبي بين الخلايا العصبية، من ثمّ ينشئ روابـط أقوى، ويؤدي إلى تخزين في الذاكـرة طويلة المدى (Li, Cullen, Anwyl & Rowan, 2003). وهكذا، إذا اتخذنا القرارات الصائبة، فستجلب مكافأة الدوبامين لنا المتعة، وتقوي الذاكرة. وعندما تكون مستويات الدوبامين في اللوزة العصبية مرتفعة، يزيد اتصال اللوزة بالقشرة الحزامية الأمامية، وهي جزء من قشرة الدماغ الأمامية التي ترتبط بحل المشكلات. وقد ارتبط هذا التأثير بالخاضعين للاختبار الذين حصلوا على نقاط متدنية في اختبار القلق. ويُخمّن فريق البحث أن إطلاق مستويات مرتفعة من الدوبامين يقلّل من ميل الشخص إلى مواجهة الأحداث المجهدة له.

وكلما تقدّم الطلاب أكاديمياً، استمرت دورة مكافأة الدوبامين في توليد الشعور بالمتعة. وبالمقابل، تحفّز هذه المشاعر المثابرة، وتزيد من احتمال ارتكاب الأخطاء.

التعلم من ألعاب الفيديو

ألعابُ الفيديو مثالٌ على إغراء التحدي القابل للتحقيق؛ لأنها تساعد الطلاب على تحقيق الأهــداف الشخصيــة المرغوب فيها. وهذه الأهــداف ليست جوائز مادية أو مــالاً أو شهرة، ولكنهــا مرتبطة غالباً بأهداف اللعبة، وهي إتقان المهارات التي تنقذ بطل اللعبة، أو الوصول إلى الكنز، أو حل الأحجية، أو التغلب على الخصم. ويمكن نقل هذه الأهداف إلى الرياضيات مادمنا نستخدم نموذج التحدي القابل للتحقيق (من خلال أساليب التمايز والتفريد)، وربط أهداف التدريس بأهداف الطلاب واهتماماتهم. وتقليد نموذج التحدي الكبير في ألعاب الفيديو وإحضــاره إلى الصف، علــى أن يكون مناسباً لمستوى قدرات الطلاب، وهذا يؤدي إلى دروس ناجحة، ومثيرة للدافعية، ومصمّمة بصورة إستراتيجية حتى يصل الطلاب مرحلة الإتقان.

توصّلــت دراسة تناولت الأسباب التي تجعل ألعاب الفيديــو مثيرةً جداً، إلى أن العنصر الرئيســ هو وجود تحديات متنوعة مستندة إلى قــدرات اللاعبين؛ حيث إن الألعاب الأكثر شهرة ترتقي باللاعبين إلى مستويات تحدٍّ أعلى كلما اكتسبوا مهارات أكثر، وأصبحوا بارعين. وعندما تتحسن المهارة، يؤدي ذلك إلى تحفيز اللاعب للتحدي، ومن ثم إلى تحقيق تفوق جديد بدرجة مناسبة، إذ يستطيع تحقيق الهدف اللاحق بالممارسة والمثابرة. إن أكثر ألعاب الفيديو تحفيزاً للاعبين هي تلك التي يبدأ بها اللاعب بالخطوة الصحيحة بنسبة 80% في المرة الأولى، ومن

ثـم تتصاعد النسبة إلــى 100% حيث يصل إلى المستوى الذي يليه. وفي هذه الألعاب، يشعر اللاعبون بالتحدي الكافي، والمكافأة المجزية الكافية لمواصلة التمرين (Malone ,1982).

إن التحدي لتعزيز الاختيار اللاواعي للمدخلات لدى الطلاب (المتصلة بالبيئة الصفية) هو الآن أكبر من أي وقت مضى؛ بسبب كثرة المنافسة الناجمة عن المحفّزات متعددة الحواس التي تجتاح بيئة الطلاب الواسعة. لن تختفي الحواسيب والآي بود والهواتف النقالة. حتى في الأوقات التي لا يستخدم فيها الطلاب هذه الأجهزة، فقد تستمر أدمغتهم في معالجة الكميات الكبيرة من البيانات التي تتراكم في أثناء الأوقات التي يقضونها مستخدمين هذه التقنية.

والأمر المثير أن بعض ألعاب الحاسوب قد تزيد في الواقع من التركيز المستمر، والحل الإبداعــي للمشــكلات، والمثابرة في أثنــاء التحدي، في حين تتحسن خبــرة اللاعبين ويزيد تفاؤلهــم فــي الوقت نفسه. وعلاوة على ذلك، تُعلم بعض الألعاب مهارات قد لا تكون متضمنة في المناهج الدراسية المقنّنة، مثل العمل ضمن الفريق، وتحليل البيانات، واتخاذ القرارات، والمعرفة الرقمية (Gee, 2003).

لا نستطيع العودة بالزمن إلى ما قبل اختراع أجهزة التقنية الحديثة هذه، ولكن باستطاعتنا استخدام ما تعلمناه عن الاستجابة الإيجابية والشعور بالإنجاز المرتبطين بألعاب الحاسوب التي تتضمن التحدي القابل للتحقيق. وباستطاعتنا تطوير الدروس الأكاديمية باستخدام المبادئ التي تجعل هذه التقنية مثيرة جداً. ويمكنك أيضاً استخدام التقنية في تقديم الخبرات، وتطوير أهداف للطلاب بناءً على **التحديات الواقعية المناسبة لكل فرد**. وهذه التحديات تولّد الدافعية؛ لأنها تتعلق باهتمامات الطلاب ومدعومة بأهداف مرغوب فيها، وتعزيزٍ إيجابي حقيقي، وهي موجهــة إلى نقاط قوة التعلم لدى الطلاب ومستويات الإتقان لديهم. وفي الوقت نفسه، تأخذ هــذه التحديات في الحسبان التأثيرات السلبية للإحباط والملل، وهي الضغوط النفسية التي تعيق تدفق المعلومات إلى قشرة الدماغ الأمامية، وتقلّل ردود أفعال الطلاب المتعلقة بالمعالجة العصبيــة من المقاومة أو الهروب أو الفتور. وهذا التأثير مثير للمشكلات بصورة خاصة في الرياضيــات؛ لأن كثيــراً من موضوعات المادة تتطلب خلفية معرفيــة تتطلب بدورها مجالات مفتوحة تماماً بين قشرة الدماغ الأمامية وشبكات تخزين الذاكرة. والتحدي الذي نواجهه هو

مساعدة أدمغة طلابنا على العمل ضمن مستوى قليل من التوتر، ومشاركة عالية المستوى من خلال الدروس والواجبات المنزلية التي تزيد الاهتمام، وتجلب الانتباه بصورة كبيرة، وتتغلب على السلبية تجاه الرياضيات.

المساهمة في الجهد

إن تحسين مستوى الطلاب من خلال منهاج الرياضيات بطريقة تعزّز التعلم الناجح طويل المدى والمواقف الإيجابية تجاه الرياضيات لديهم، يتطلب الانتباه لمستويات الطلاب المختلفة فيما يتعلق بالتحدي القابل للتحقيق، ونقاط قوة التعلم المختلفة. وعليه، يصبح الطلاب من خلال هذا البناء منفتحين ومنهمكين في اكتساب المهارات التي يحتاجون إليها لينتقلوا إلى المستوى الذي يليه. ويربط التحدي الفردي القابل للتحقيق الطلاب بالمعرفة من خلال إيصال التوقعات المرتفعة، ويثبت لهم أن لديهم القدرة على تحقيق هذه الأهداف، ويبين لهم كيفية الحصول على الأدوات والدعم الذي يحتاجون إليه للوصول إلى الأهداف المرغوب فيها لديهم. لذا، فباستخدام التحدي القابل للتحقيق، لن تكون هناك حاجة إلى تبسيط المعايير؛ إذ إن تحقيق الإنجاز متاح للمستويات جميعها وللطلاب كافة، ويحصلون أيضاً على الدعم من خلال الخلفية العلمية، ومعرفتهم بنقاط قوتهم. ومن خلال مشاركة الطلاب والتأكد من تكرار نجاحهم في الرياضيات، فإننا ندعم الطلاب الذين يعانون السلبية تجاه هذا المبحث من خلال إحساسهم بتحسن معرفتهم به وتقديرهم له (Dweck, 2000).

إن الخططَ الفردية التي تضع الطلاب أمام تحدٍّ مناسب، وموجَّه بالأهداف، وتفيد في إشراك الدماغ إلى أقصى مستوى، هي مضيعةٌ للوقت. لذا، هنالك حاجة إلى دعمك للطلاب كي تساعدهم على ربط تعلمهم بالمعرفة السابقة، والتعاون على تحديد أهداف مشتركة مقبولة، واستخدام التدريس المباشر عند الضرورة. وتتضمن إستراتيجيات التدريس عقد المؤتمرات، وتشجيع الطلاب على التقويم الذاتي، والتأمل، وتزويدهم بتغذية راجعة محددة

في وقت محدد؛ كي يستطيعوا تعديل خططهم في سياق التطبيقات الحقيقية. (تشرح الفصول اللاحقة هذه الأساليب الداعمة بعرض إستراتيجيات محددة).

ويُعوّض الوقت الإضافي المخصص للتخطيط من خلال التعزيز المناسب، الذي يستدل عليه من خلال نجاح الطلاب، وزيادة ثقتهم بأنفسهم، وتحسين ميولهم، فضلاً على اجتيازهم الامتحانات المقنّنة. والفائدة الأخرى المحتملة هي تقليل الوقت المطلوب لإدارة السلوك الأساسي في الصف.

الاحتفال بالتحديات التي تحقّقت

قد لا يحظى المعلمون باستخدام تأثيرات حاسوبية خاصة لتعزيز الطلاب على إنجازهم تحديات جديدة، لكن تقديرهم أمر مهم لتعزيز استجابة الدوبامين والمتعة المصاحبة له. نريد الاحتفاظ بذكريات الطلاب السارّة (ذكريات النجاح) المتعلقة بإنجازاتهم لتحفيز نظام مكافأة الدوبامين استعداداً للتحدي اللاحق القابل للتحقيق. وتعدّ ذكريات النجاح ذات قيمة كبيرة بصورة خاصة حين تَزِلُّ أقدام الطلاب، ويعودون إلى سابق عهدهم من السلبية تجاه الرياضيات.

كتب شكزنتميهالي (Csikzentmihalyi,1991) عن الحالة الممتعة «للتدفق» "flow" الذي يصاحب حل المشكلات حين لا تكون المشكلة سهلة جداً أو صعبة جداً. إذا جرى التخطيط بصورة صحيحة، فإن حالة التدفق هذه (أو متعة الدوبامين) ستكون مكافأة تولّد الدافعية والاكتفاء الذاتي.

تتضمن الأساليب الأخرى للاحتفاظ بالذكريات الإيجابية والمعرفة ما يأتي:

- دع الطالب يعلّم المهارة الجديدة لطالب آخر.
- اطلب إلى الطلاب الاحتفاظ بقائمة إنجازاتهم في دفتر الرياضيات، أو كتابتها على لوحة الحائط.

- التقــط صورة للإنجاز الأخير (حتى لو كان إنجازاً بسيطاً، كحل مسألة رياضية حلاً صحيحاً).
- اطلب إلى الطلاب كتابة ملاحظة إلى أولياء أمورهم، واكتب تعليقاتك عليها.
- أتــح للطلاب فرصة نقل المهارات الجديدة إلــى مواقف جديدة، وهو أسلوب أسميه «احتفل بالترابط». وفكر كيــف يمكن للتحدي الذي تحقّق أن يكون الأساس لمشروع مستقل.
- استخــدم سجلًا يبين مدى تقدم الطلاب المستمــر إذا كان الإنجاز جزءاً من خطة متابعة تقدمهم.

الموازنة والبناء

يمكــن التفكير في التحدي القابل للتحقيق بطريقيتــن: الأولى تحقيق التوازن، والأخرى تشييد البناء. أما الأولى، فإنّ التحدي القابل للتحقيق سيقلّل السلبية، بإضافة الروابط العاطفية الإيجابية مع الرياضيات من خلال تمارين بناء المهارات والثقة. وفي الأخرى؛ تشييد البناء، يتيعــن أن تكون الأساسات أقــوى جزء فيه. وبالمثل، تشكّل نقاط قوة تعلم الطلاب والمهارات الأساسية الخاصة بالرياضيات الأساس المعرفي الذي يُبنى عليه الإطار العام– أيّ التحديات القابلة للتحقيق التي تدفع الطلاب قدماً طوال مسارهم الأكاديمي.إن استخدام التحدي القابل للتحقيــق لبناء ثقة الطلاب، وتطوير نجاحهم هو التعزيز الإيجابي الذي يوازن –وفي النهاية يعكس– المشاعر السلبية تجاه الرياضيات. وسيكتسب طلابك نظرة جديدة تجاه الرياضيات، ما يؤدي إلى تغيير إحساسهم السابق من كونهم أسرى في صف إلى سادة لعقولهم الرياضية الخاصــة بهــم. ولا تعود الاستجابــة بالمقاومة أو الهروب أو الفتور هــي الاستجابة الاعتيادية اللاإرادية للطلاب تجــاه الرياضيات. وعندما تكون قشرة الدماغ الأمامية منهمكة في العمل واللــوزة مفتوحة، والدوبامين متدفقاً، سيكون الطلاب علــى استعداد لتقبل التحديات بجرأة كاملة.

التخطيط للتحدي القابل للتحقيق

يتيح لك وضع الخطط المتباينة الربط بصورة أفضل بين قوة التعلم والخلفية النظرية والإتقان لدى طلابك، ومستوى التحدي القابل للتحقيق. وسيساعدنا التصوير العصبي اختبار الانحياز المعرفي في المستقبل المنظور على مراعاة الفروق الفردية بالمستوى المناسب للتحدي، وأفضل الإستراتيجيات لطلابنا. وستزيد التطورات في تدريس الحاسوب فرص تفريد التعلم باستخدام الوسائط الرقمية والبصرية والسمعية، حتى باستخدام الحقيقة الافتراضية الرمزية.

غير أن طلابك يحتاجون إليك في الوقت الحاضر؛ كي تستثمر معرفتك في تحديد الفروق التعلمية بينهم، واهتماماتهم، ومهاراتهم، ونقاط القوة لديهم؛ لتكييف مجموعات التعلم، والتدريس الصفي، والواجبات المنزلية، والوسائط المتعددة، والتأثيرات المحفّزة، والتدريس الخاص خارج الصف، وإستراتيجيات التدريس، من أجل تمكين كل طالب من العمل بأقصى طاقته عند قيامه بالتحدي القابل للتحقيق.

نقاط قوة التعلم: قرّاء الخريطة والمستكشفون

يمكن لأغراض تدريس الرياضيات في الصف، تقسيم الطلاب تبعاً لقوة التعلم إلى فئتين عامتين: الأولى، قرّاء الخريطة، والأخرى، المستكشفون. وهذه الألقاب ليست وصماً للطلاب، ولا تزعج أولياء الأمور الذين يرون أن أطفالهم صُنّفوا خطأً في فئة أدنى من مستواهم الأكاديمي الفعلي، أو تحُدّ من الإستراتيجيات التي تستحق المحاولة. أمّا أنا، فإنني أصنف الطلاب في هاتين الفئتين من خلال مجموعة الأدلة التي تُجمع بطرق متنوعة لا من خلال الامتحان الرسمي.

وأميز قرّاء الخريطة لأنهم غالباً ما يحبّون العمل مستقلين ، ولكنهم يشعرون بارتياح أكثر عندما تقدم إليهم تعليمات أو إجراءات محدّدة لاتباعها. وغالباً ما يستغرق قرّاء الخريطة وقتاً أطول، ويعملون بتأنٍّ؛ حيث إنهم يوضحون الخطوات التي يتطلبها أداء الواجب المنزلي جميعها، أو يدوّنون ملاحظات تفصيلية في الصف، أو في أثناء العمل في مجموعات. أما

المستكشفـون، فهم الذين يتجاوزون التعليمات التفصيليـة، وينتقلون مباشرة إلى الاستنتاج مـن خـلال التجربة والخطأ. وهم لا يستخدمون على الأرجح التخمين حتى لو كان مطلوباً في الواجـب المنزلي؛ لأنهم يريدون الوصول مباشرة إلى حـل المسألة. وحين يرتكبون الأخطاء فـي الامتحانات، فإنهـم يستطيعون غالباً حلّ المسألة بصورة صحيحـة حين أطلب إليهم أن يوضحوا لي تسلسل العمليات الحسابية التي نفّذوها، أو كتابة الخطوات جميعها التي اتبعوها فـي حل المسالة، ويرغبون أيضاً في استيعاب المفاهيـم، وإعطاء أمثلة جيدة عليها، ولكنهم يحتاجون إلى تذكيرهم أنه يتعين عليهم توضيح العمليات التي نفّذوها، كي تركز أدمغتهم على أمر واحد في وقت واحد، وهذا يقلّل من تشتتهم ووقوعهم في الأخطاء.

يشترك قرّاء الخريطة مع مجموعات الذكاء اللغوي والمنطقي–الرياضي في الميزات التي اقترحها أولاً غاردنر (Gardner, 1983)، ويشتركون أيضاً في خصائص أخرى مع المتعلمين ذوي الذكاء السمعـي والتتابعي والتحليلي في أنماط التعلم. ومن بين الخصائص والخيارات التي يتميز بها قرّاء الخريطة ما يأتي:

- تفضيل المسائل التي لها إجابات وإجراءات محددة لاتباعها.
- تفضيل المهارات الجديدة التي نمذجها المعلم.
- يعالجون المعلومات بالطريقة الاستقرائية «من الجزء إلى الكل»، ويقسمون الأنشطة التعلّمية إلى خطوات متتالية.
- يشعرون بارتياح أكبر مع الأساليب المنطقية، والمتسلسلة، والمنهجية المنظمة.
- بارعون في استخدام الكلمات لفهم المعلومات ونقلها إلى الآخرين، ولكنهم قد يفضلون كتابة الإجابات على التفوّه بها.
- يتطلبون وقتاً كافياً للتمرن قبل الإدلاء بأفكارهم أو إجاباتهم.
- يقدّرون التغذية الراجعة أو الدورات التدريبية المبكرة والمتكررة.
- يستجيبون لعلاقات السبب والنتيجة، والرموز، والمتواليات، وتمييز الأنماط الموجّهة مع تقديم تفسيرات مبكرة تبين الخطوات جميعها التي يتطلبها تطوير الفهم الإجرائي.

- يستمتعـون بالعمـل المستقل، وعـادة لا يستجيبون جيداً مـع المجموعات التي تضم قدرات متنوعة.
- يستمتعون بالكتابة في دفتر اليوميات، أو الاستجابة لتدوين الملاحظات/الاستنتاجات.

يسمـح تدوين الملاحظات والاستنتاجات للطلاب بإنشـاء روابط شخصية بالمعلومات التي يكتبونها في دفاترهم، حيث يطوي الطلاب الصفحة عمودياً فيكتبون على جانبها الأيسر الملاحظات الأساسية، وعلى جانبها الأيمن استجاباتهم لأي مشاعر تنتابهم حين يفكرون في المعلومـات التي يدوّنونها. مثلاً، قد يكتب طالب: «أمر منطقي أن تكون عمليةُ القسمة سلسلةً من عمليات الطرح؛ لأن عمليةَ الضرب سلسلةٌ من عمليات الجمع»، أو «أتساءل إن كان الكسر الاعتيادي مشابهاً لمسألة القسمة؛ لأنني حين أقسم الرقم العلوي (البسط) على المقام ينتج كسـر عشري يبدو مشابهاً للكسر الاعتيادي». ويمكن أن يدوِّن الطلاب أسئلتهم أو المشكلات التـي تواجههـم على جانب الورقة الأيمـن المتعلق بتدوين الاستنتاجات، مثـل «لا أعرف حقّاً لمـاذا تنجح. أحصـل على الإجابة الصحيحة لكني مازلت حائـراً»، أو «لماذا يُطلب إلينا في بعض المسائل التقريب إلى المئة، وفي مسائل أخرى التقريب إلى العشرة؟ يزعجني هذا الأمر حيث يبدو دون معنى».

ومن ناحية أخرى، يتقاسم المستكشفون بعض الخصائص مع المجموعات ذات الذكاء المكاني والبدني-الحركي، وأنماط التعلم الخاصة بالمتعلمين الشموليين، وأصحاب الصورة الكلية (الشاملـة)، والمتعلمين الاستكشافيين ومن بين الخصائص والخيارات التي يتفرّدون بها ما يأتي:

- يرغبـون في استخدام مخيلتهم؛ حيـث إنهم يجربون الأشياء قبـل سماع التعليمات التفصيلية على نحوٍ مفصّل أو قراءتها.
- يفضلـون التعلم الاكتشافي والاستكشافي؛ لأنهـم يكونون أحراراً مستقلين في تنفيذ التجربة والابتكار والبناء، واستكشـاف موضوعات الدروس، قبل التدريس المباشر أو النمذجة.

- يعالجـون المعلومات بصـورة أفضل عند تقديـم الموضوع بالطريقـة الاستنتاجية «الصورة الكلية» بـ «الطريقة الكلية»، ومن ثم يقسمونها إلى أجزاء؛ من الكل إلى الجزء.
- يستخدمون إستراتيجيات الذاكرة التخيلية.
- يستمتعون بتهيئة كثيرٍ من الفرص والخيارات من أجل الابتكار.
- يجدون أن من المفيد رسم الرسوم البيانية، أو استخدام المخططات التنظيمية، أو عمل النماذج، ومن ثمّ يضيفون إليها تفصيلات تبعاً للمعلومات الرياضية الجديدة.
- يميزون نمطاً ما، ثم يعثرون على موضوعات ذات علاقة وروابط بالمنهاج بعيداً عن الرياضيات.
- يرتبطون بالمشروعات الاستقصائية المفتوحة.
- ينتقلون بأجسامهم بحثاً عن المعلومات، وحل المسائل، وإيصال الأفكار.
- يعملون جيداً مع الآخرين في مجموعات غير متجانسة القدرات.
- ينجذبون إلى موضوعات الرياضيات التي يطبّقها الأشخاص في مهنهم أو هواياتهم.
- يستجيبون بصورة جيدة للنماذج والوسائل اليدوية التي تساعدهم على معرفة الهدف العام للتدريس.
- يبنون أنماطاً عقلية لربط التعلم السابق بالمعرفة الجديدة.

استخدام نقاط القوة التعلمية للطلاب

تـؤدي زيـادة التجانس في المنهـاج الدراسي فعليّاً إلى تقليـل الفرص لدى الطلاب في اكتشاف مواهبهم واهتماماتهم، وتقويتها، والإفادة منها، والتي تبقى غير مكتشفة في المواد من خلال الامتحانات المقنّنة وامتحانات الاجتياز. وعندما يكون وقت الصف مخصّصاً لتدريس المواد الأساسية التي سيُختبرون فيها، عندئذٍ ستكون فرصُ اكتشاف القدرات العقلية ونقاط قوة التعلم لديهم من خلال الرياضة، والمسرح، والموسيقى، والفن، محدودةً.

ولمعالجة هـذه المشكلة، يمكنك تقديم وحدات جديدة بإتاحة فرص لكل فئة تعليمية- قرّاء الخريطة والمستكشفون- بتقديم نشاط واحد، على الأقل، محدد ذي هدف. ثم لاحظ ما الذي يثير اهتمام الطلاب ويدفعهم إلى المشاركة الناجحة. ويمكنك أيضاً إجراء مقابلات، أو الاعتماد على قوائم جرد لجمع معلومات حول الأنشطة التي يفضّلونها، واهتماماتهم وآمالهم المستقبلية.

وعندمـا تكتشف نقاط قوة التعلم لدى طلابك، فكّر في طرائق يمكنك فيها تطبيق هذه المعرفة، كإخبارهم عن نقاط قوتهم، والاحتفاظ بقائمة للإستراتيجيات، وتشكيل مجموعات عمـل مرنة ومجموعـات تعاونية بناءً علـى نقاط القـوة أو الاهتمامـات، والتخطيط للدروس والواجبات المنزلية المناسبة، على أن تتضمن التحدي القابل للتحقيق.

وبعـد جمع المعلومات عن طلابك، فكّر في الالتقاء بمعلمين آخرين في مجموعات ذات تخصصات متنوعة؛ لمقارنة ملاحظاتكم حول الإستراتيجيات الناجحة، وأداء الطلاب داخل الصف ونقاط قوتهم، والتحديات التي يواجهونها. وأما في المرحلة الابتدائية على سبيل المثال، فيمكن أن تكون هذه الاجتماعات مع خبراء الموارد، ومعلمي المواد، وأمناء المكتبات، ومشرفي النوادي، ومدربي الرياضة. وعندما يكون هناك أكثر من معلم للطلاب، يتعين على المعلمين عندئـذٍ أن ينسقـوا فيما بينهم في تواريخ الامتحانات، أو مواعيـد تسليم البحوث التي يعدّها الطلاب؛ لتخفيف الأعباء عنهم التي تفوق قدراتهم، والحصول على قسط كافٍ من النوم.

* إستراتيجية: استخدم المدخلات متعددة الحواس

يقضـي كثير من معلمـي الرياضيات الوقت داخل غرفة الصف فـي إلقاء المحاضرات والكتابـة علـى السبورة. وكي تتعرف مواطـن قوة تعلم طلابك، عليك أن تنـوّع في استخدام المدخلات متعددة الحواس. فمثلاً، فكّر في استخدام الموسيقى في وقتٍ ما في النهار بوصفها طريقة للتجديد أو التمهيد للدرس، أو عرض مفهوم جديد، أو ترسيخ مفهوم آخر، فإنك بذلك تتيح للدائرة العصبية لدى الطلاب استخدام حواس أخرى. وفكّر أيضاً في استخدام الرسوم البيانيـة والمخططـات والرسوم التوضيحية؛ إذ إن الصـور أو مقاطع الفيديو توضح للطلاب

كيفيــة استخــدام عمليةٍ رياضيةٍ ما في المهن أو الرياضــة أو الهوايات، وتضيف إليهم معنى: «أنا هنا الآن» "here–me–now".

تشير: «أنا هنا الآن» إلى طريقة انجذاب الدماغ إلى الأمور التي تكون ذات قيمة شخصية، ولديها القدرة على جلب متعة الرضا عاجلاً لا آجلاً. ونريد من طلابنا أن يطوّروا قدراتهم على تأجيـل الإشباع الفوري، ولكنهم يحتاجون أولاً إلى إشراكهم في عملية توسيع معرفتهم. وهذا ليــس هدفاً ممتعاً موروثاً للدماغ الــذي طبع على تجنب الأخطار واستكشاف الإبداع للحصول علــى المتــع المتاحة؛ فعندمــا نطلب إلى طلابنا القيــام بجهد دماغي، وهــو توسيع معرفتهم لتعميــق فهمهم، فإننا نطلب إليهم في الحقيقة مغـادرة مناطق راحتهم. فالجزء السفلي من الدمــاغ– المسؤول عن تحديد المدخــلات الحسّية التي تصل إلى الجزء الأعلى من الدماغ– سيهتــم بالمدخلات الجديدة إذا كان هناك رابط سابق بالمتعة، وتصوّر أن الرضا أو النتائج المرغوب فيها ترتبط مباشرة بتحدٍّ جديد. إنَّ البدءَ بموضوع جديد من خلال عرض طرائق يستطيع فيها الطلاب عاجلاً استخدام المعرفة بهذا الموضوع للقيام بأشياء يحبونها، كبناء شيء، أو تنفيذ استقصاء رياضي خارج الصف، أو استخدام المعلومات المرتبطة بإحصائيات الألعــاب الرياضية، يثيرُ الدافعية لدى الدماغ الــذي لا يرغب في البحث عن المتعة إلا قليلاً، لحضور الدرس.

يمكنك معالجة مواطن قوة تعلم أخرى لدى الطلاب، وزيادة المدخلات متعددة الحواس من خلال تنفيذ تجارب عملية بالوسائل اليدوية، وجعل الطلاب يتحركون داخل الصف لتوضيح مفاهيــم معينة (مثل تمثيــل «معادلة حيوية»، وعمل أعداد من العشــرة، ومضاعفات مرفوعة بالأس «0» أو «1» باستخدام بطاقات)، أو جعل الطلاب يعرضون المعلومات الجديدة من خلال أمثلة تكتبها مجموعات صغيرة، على أن تعرض كل مجموعة أمثلتها على باقي طلاب الصف، مستخدمة الشفافيات أو شاشة السبورة التفاعلية.

أمّــا الطــلاب الأصغــر سنّاً ممّــن لا يستطيعون الانتبــاه لفترات طويلــة، فيمكنك تنويع عرضــ المعلومــات فــي الحصة الواحدة من خــلال إثارة حواسّ عدة. مثــلاً، تحدّث بكلام ذي إيقــاع جميــل، أو مسجــوع، أو استخــدم عبــارات متناغمة (مثــلاً، «لديك بعضــ التفاح

وبعض البرتقال، ولكنك لا تستطيع جمعهما لأنهما فاكهتان مختلفتان»). ويمكن أن تتضمن هذه الدروس صوراً أو وسائل إيضاح (وهو أسلوب جيد لمتعلمي اللغة الإنجليزية)، أو إيماءات باليدين يقلّدها الطلاب للإشارة إلى العمليات الحسابية الصحيحة (أيّ = ،÷، ×، −، +).

*** إستراتيجية: استخدم المجموعات المرنة**

جاء في «**التقرير النهائي للمجلس الوطني الاستشاري للرياضيات**» (U.S. Dept. of Education, 2008)، أن مسحاً استطلاعيّاً وطنيّاً سأل أكثر من 700 معلم لمادة الجبر 1 عن التحديات التي يواجهونها، وكانت أكثر الإجابات المكتوبة تكراراً (في مقابل إجابات الاختيار من متعدد) هي «التعامل مع مستويات مختلفة من المهارات في الصف الواحد» (الصفحة 9). ورأى معظم المعلمين أن المجموعات غير المتجانسة التي تضم قدرات مختلفة تعد مشكلة «متوسطة» أو «خطيرة».

وتوصّلت لجنة الخبراء في التقرير إلى أن مجموعات القدرات المرنة التي تضم طلاباً متشابهي المستوى في التحصيل، تساعد الطلاب دون صعوبة في متابعتهم ومراقبتهم. ونظراً إلى وجود اختلاف في الخلفيات المتعلقة بالرياضيات ومواطن قوة التعلم، ومهارات القراءة، وإتقان اللغة الإنجليزية لدى الطلاب، سيكون لديهم مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق في موضوعات الرياضيات المختلفة، وهذا يزيد من فائدة المجموعات المرنة.

لا بد من تصميم المجموعات المرنة التي تمكّن الطلاب من الانتقال بينها بحرية بناءً على مدى إتقانهم لموضوعٍ ما في الرياضيات. ويستطيع الطلاب أيضاً في هذه المجموعات الاشتراك في الوسائل اليدوية المتشابهة، والمناقشات والاستفسارات ضمن قدراتهم. وتساعد ملاحظاتك الصفية أيضاً على تحديد مكان الطلاب المناسب في الصفوف والمجموعات، في السنة القادمة. ومن الواضح أن هذا الأمر مفيد لمعلمي طلاب المستقبل الذين يميلون إلى استخدام نهج التمايز، واستخدام أكثر الأساليب ملاءمة لطلاب معينين، والتكيف مع الطلاب ذوي الاحتياجات الخاصة لتقويتهم.

* إستراتيجية: معينات التحدي القابل للتحقيق

يُسهّل التدريس المدعوم تعلّم الطلاب مستويات التحدي القابل للتحقيق من خلال التذكير المتكرر، أو تقديم مساعدة متوسطة سواء في المحتوى أو المادة، أو من خلال توجيهات المعلم. مثلاً، يمكن للطلاب الذين لم يتقنوا حقائق الرياضيات تلقائيّاً، مثل عمليات طرح الأرقام المكوّنة من عدد واحد – الضرورية للتمرن على مفهوم «إعادة التجميع» أو «الاستلاف» لعملية الطرح – أن يتعلموا المفهوم الجديد بصورة أفضل من خلال حل مجموعة من المسائل المعدّة لمستوى التحدي القابل للتحقيق لديهم. وقد تكون مهمتهم المدعومة هي فقط تحديد المشكلات التي تحتاج إلى إعادة تجميع، ومثال ذلك: 24–19. ويمكنهم أيضاً كتابة إجاباتهم أو تخميناتهم للمسائل التي يرغبون في تجربتها، مع تجنب عقبة التعلم في الدماغ الناجمة عن التوتر نتيجة لقيامهم بعمل يفوق مستوى مهاراتهم الحالية. لذا، طمئن هؤلاء الطلاب أن الإجابات غير مطلوبة الآن، وأنهم يستطيعون إكمال عملهم بعد قيامهم بتمرينات تأسيسية على الطرح. ولكن وضّح لهم أنك واثق من أنهم قادرون على تعلم عملية الاستلاف الجديدة الآن جنباً إلى جنب مع زملائهم، وأن هذا هو هدف الدرس الحالي. وسيقلّل هذا الأسلوب من توتر الطلاب، ومن ثم يسمح لهم بالتركيز على استيعاب المفهوم دون حدوث المزيد من التراجع لديهم.

ومثال آخر على تذليل الصعوبات التي تعترض الطلاب، لا على إلغائها تماماً، هو دعمهم من خلال التدرب على حساب المتوسط الحسابي/ الوسط. ويمكن أن يتناول بعض الطلاب الأعداد الكلية، في حين يتناول آخرون الكسور العشرية والكسور الاعتيادية، وذلك حسب خلفيتهم النظرية. وسيتعلم الطلاب جميعاً عملية إيجاد الوسط الحسابي. لذا، فعندما يبني الطلاب الذين يتناولون الأعداد الكلية المعرفة التأسيسية، فإنهم سيتمكنون من تطبيقها على الكسور العشرية والكسور الاعتيادية.

*** إستراتيجية: ادعم متعلمي اللغة الإنجليزية والطلاب الذين يعانون صعوبات في القراءة**

يعجـز متعلمو اللغة الإنجليزية والطلاب الذيـن يعانون صعوبات في القراءة عن مواكبة زملائهم على الرغم من امتلاكهم الخلفية النظرية والتطور المفاهيمي؛ لأنهم يعانون صعوبة فهم المسائل المكتوبة. في هذه الحالات، يحتاج الطلاب إلى إستراتيجيات للقراءة، أو اللغة، أو التحفيظ لتمكينهم من الوصول إلى المواد ذات الصلة. وهذا الدعم المستهدف والتعليمات المستخدمـة في بعض الإستراتيجيات ستساعد الطلاب على تحسين المجالات التي يعجزون فيها، والوسائل المساعدة -مثل قراءة المسائل المكتوبة لهم بصوت عالٍ-، وستتيح لهم أيضاً تحسين قدراتهم في الرياضيات. وهناك إستراتيجيات عدة بسيطة يمكن استخدامها لمعالجة احتياجات هؤلاء الطلاب على الفور. مثلاً، يمكن مطابقة المفردات الرياضية مع صور مأخوذة من الإنترنت، أو توفير الوسائل اليدوية كي تُستخدم في أثناء الدرس، ومن ثم إبقاؤها للطلاب ليستخدموها في حل المسائل. فإذا أعددت بعضاً من قوائم مفردات الرياضيات هذه كل عام، لدعم الطلاب، فستتراكم لديهم المعرفة تدريجيّاً. لذا، فالتعاون مع المعلمين الآخرين سيبني «مكتبة» للطلاب من الموارد بصورة أكثر كفاءة.

كمـا يُعدّ الإنترنت وسيلة فعالة يمكن استعمالها في إعـداد إستراتيجيات متباينة، ومن ثم استخدامها. فهناك كثير من المواقع الإلكترونية (انظر الملحق أ) توفر مستويات مختلفة مـن التحدي القابل للتحقيق. مثـلاً، سيستفيد متعلمو اللغة الإنجليزيـة من وضع الشروحات بالإنجليزية على العمليات الحسابية المصمّمة على هيئة صور متحركة، وسيستجيب المستكشفون للموادّ المرئية ويضيفون مهارات مناسبة إلى دورة الذاكرة الخاصة بهم. أما قرّاء الخريطة، فسيشاهـدون العمليـة الحسابية بطريقة متسلسلـة تناسب نقاط قوة التعلـم لديهم. وهناك مواقع أخرى تضم مشروعات مقسمة حسب الخلفية النظرية لدى الطلاب واهتماماتهم؛ كي يستطيعـوا العمل في مستويات التحدي القابل للتحقيق المناسبة لهم، لإكسابهم معرفة أعمق في موضوعات محددة.

فالطـلاب الذين يعانون صعوبات مع المـواد المرئية، يمكنهم الاستفادة من التنويع في حجـم الخـط ونوعه، والألوان في الكتـب، وأوراق العمل، والإنترنت. إضافـة إلى ذلك، يمكن برمجة الحاسوب لنقل النصوص إلى اللغة الإنجليزية المنطوقة أو أي لغة أخرى، وهذه وسيلة داعمـة جديدة سيتفاعل معهـا كثير من الطلاب. إن عرضَ الحسابـات والإجابات في قوالب محوسبة طريقةٌ لدعم الطلاب الذين يجدون صعوبة في وضع الأرقام في الأعمدة أو الصفوف الصحيحة فـي الجداول، وتتيح لك أيضاً مشاهدة أدائهـم، وتحديد المواضع التي يحتاجون فيها إلى مزيد من التوجيه. وسيساعدك التقدم التقني على أن تصبح ميسّراً للتعلم أكثر من كونك ناقلاً للمعرفة أو ناشراً لها، مما يزيد من قدرتك على تفريد تعلم الرياضيات بما يناسب اهتمامات الطلاب ونقاط قوة التعلم لديهم.

*** إستراتيجية: تجنب شعور الطلاب بالملل**

اختصـر التكرار المفرط عندما تلاحظ أن الطلاب قد توصلوا إلى مستوى الإتقان؛ كي تتجنـب التوتر الناشئ عن الملل الذي يعيق دخول المعلومات إلى قشرة الدماغ الأمامية؛ مما قد ينتج عنه سلوكات المقاومة/ الهروب/ الفتور من قبل الدماغ التفاعلي. فإذا أنهى الطلاب العمل الصفي بسرعة وسهولـة وبطريقة صحيحة، فكن مستعدّاً لإعطائهم تحديّاً مناسباً، أو مسائل مفاهيمية ذات مستوىً عالٍ؛ مما سيتيح لهم العمل في مستوى التحدي القابل للتحقيق ضمن مستواياتهم، وأشركهم في الوقت نفسه في الموضوع ذاته الذي يتدرّب عليه زملاؤهم.

وبالمثل، فإن التكرار الزائد عن الحد في الواجبات المنزلية للعمليات الرياضية التي سبق للطلاب إتقانها هو إجهاد في حد ذاته يؤدي إلى إغلاق العقل. فقد تعتقد أن طلابك لا يعرفون المهـارة، أو أنهم كسالى عندما لا يكملون الواجـب المنزلي، أو عندما لا يوضحون الخطوات كافة، ويحدث ذلك في بداية السنة الدراسية؛ لأنك لا تعرف مدى إتقانهم لكل موضوع. ولتجنب هـذه السلبية، دع طلابك يسجلـوا الوقت الذي يقضونه في حل الواجـب المنزلي، واستخدم هذه المعلومات، إضافـة إلى المعلومات المتعلقة بدقة إجاباتهم، وقسّم الواجب المنزلي إلى مستويـات عدة مـن التحدي. وشجع الطـلاب ذوي المهارات العليا على تهيئـة أدمغتهم لحل المسائل الرياضية باتباع منحًى جديدٍ في حل المسائل ذات مستوى أعلى مما يتبادر إلى الذهن

أولاً، أو زوّدهـم بمسائـل عند إعطائهم الواجب المنزلي بدلاً مـن المسائل الصعبة في كتاب الرياضيـات المصنّفة على أنها مسائل «تحدّ»،حيث تضـع معظم كتب الرياضيات المدرسية الإجابـات عن المسائل المرقّمة بأعداد زوجيـة أو فردية في آخر الكتاب، وهناك كتب أخرى تذكر مواقع إلكترونية توفر الحلول لمسائل الواجبات المنزلية. لذا، راجع هذه الصفحات لترى أي هذه المسائل الصعبة يحتوي على إجابات، ومن ثم اطلب إلى طلابك أن يحلوها ويتأكدوا من الإجابات لتقويم عملهم.

* إستراتيجية: تحدَّ الطلاب الموهوبين في الرياضيات

قـد يُصاب الطلاب الموهوبون في الرياضيات بالإحباط عند عدم قدرتهم على الكتابة بالسرعة نفسها التي يفكرون فيها في الحساب. وقد يعرفون أيضاً مفاهيم تمكّنهم من استنباط إجراءات مناسبة وتطبيقها تلقائيّاً دون أن يكونوا قادرين على تفسير ما قدموه في إجراءاتهم. فإذا كان طلابك الموهوبون مقاومين لاستقبال المعلومات، ويفقدون حماستهم تجاه الرياضيات عندما يطلب إليهم توضيح الخطوات الوسطية حتى لو كانت ذاكرتهم لا تعيها فجرِّب إعطاءهم مسائل أكثر صعوبة.إذ سيحتاجون، في هذه المسائل، إلى إظهار الخطوات التي اتبعوها من أجل الوصول إلى الإجابة الصحيحة؛ لأن الأرقام الكبيرة لا يمكن استعمالها في تمارين الرياضيات الذهنيـة، وتكون خطوات الحل طويلة جداً يصعب حلّهـا تلقائيّاً. وسيكتسب الطلاب مهارات الاتصال الكتابية في الرياضيات بوصفها جزءاً من هذه العملية، وستتضح لك المفاهيم غير الصحيحـة أو نقاط الضعـف التي لديهم. وفضلاً على ذلك، سيدركـون قيمة توضيح عملهم لكونه طريقة مفيدة وليس لمجرد عرضه.

إذا كانـت المسائل الصعبة في الكتاب أقل من مستوى التحدي القابل للتحقيق بالنسبة إلى بعض الطلاب، فراجع كتاب الرياضيات الخاص بالمرحلة الدراسية القادمة. ولأن معظم الموضوعات تتكرر في المناهج بإضافة تعلم المفاهيم والخطوات ذات المستوى العالي، فإن هـذه الكتب ستحتوي في الأرجـح على الأسئلة المناسبة وإجاباتها حتـى تستطيع التحقق من صحة حلّ الطلاب، وهذا يعفيك من كتابة مسائل جديدة لكل موضوع وحلها. وهنـاك مصادر أخرى تحتوي على مسائل صعبة لهؤلاء الطلاب، وهي مواقع إلكترونية مثل أولمبياد الرياضيات

للمرحلتين الابتدائية والمتوسطة (www.moems.org)؛ حيث يمكن للطلاب ذوي المستويات العليا (الموهوبين) ابتداءً من الصف الثالث أو الرابع الابتدائي معالجة مسائل الأولمبياد وحلها.

اكتشف مستواك في التحدي القابل للتحقيق بالنظر إلى المستوى الذي يعدّ قابلاً للتحقيق بالنسبة إليك من حيث مستويات تعلم طلابك المتباينة. وفكّر بدايةً، في طالب أو اثنين أو في وحدة دراسية، حتى تشرك المتعلمين كافة في أثناء تحديدك نقاط قوة تعلمهم المختلفة. واحتفل بنجاحك، واستغل وقتك في ملاحظة الاختلاف، المتعلق بإنجازات طلابك وسلوكهم ومواقفهم الذي أحدثته، وانتبه إلى مشاعرك عندما تحقّق النجاح. إنك ستحفّز شباكك العصبية وتقوّيها كي تميز مستويات التحدي القابل للتحقيق وتخطط له، وستصبح هذه الأساليب تلقائية لديك شيئاً فشيئاً.

أمثلة على التخطيط المتمايز للتحدي القابل للتحقيق

« إن معرفة الكثير عن الأشياء ليست هي التي تجعلك ذكيّاً، فالذكاء ليس حصيلة معلوماتك فحسب، بل هو أيضاً الحكمة، أيّ الطريقة التي تجمع فيها المعلومات وتستخدمها».

كارل ساغان Carl Sagan– فلكي أمريكي

يتناول هذا الفصل أساليب محددة لزيادة توضيح كيفية التخطيط للأنشطة والدروس التي تعالج مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق. وستلاحظ في الأمثلة الآتية، كيف يتعلم الطلاب جميعهم المفاهيم نفسها في مستويات مختلفة من التحدي لتحقيق الحد الأقصى من النجاح، وتقليل الشعور بالإحباط وعدم الكفاية.

العمل مع الأشكال

النشاط المسمّى «ارسم صورتي» هو نشاط ممتع بصورة خاصة لقرّاء الخريطة، وأما المستكشفون والطلاب الذين يتقنون معرفة الأشكال، فإنه يظهر لهم أهمية التواصل. ويتضمن هذا النشاط الخطوات الآتية:

1. اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في أزواج على أن تكون لديهم القدرات نفسها في تمييز الأشكال وتسميتها (أو اطلب إليهم أن يعملوا في أزواج على أن يكون أحدهما يتقن معرفة الأشكال ولكنه ضعيف في مهارات التواصل، في حين يكون الآخر قويّاً في مهارات التواصل وضعيفاً في إتقان معرفة الأشكال).

2. أعـط كل مجموعة ثنائيـة أشكالاً متنوعة (سـواء كانت وسائل إيضـاح أو رسوماً أو قصاصات ورقية).
3. اطلـب إلى أفراد كل مجموعة الجلوس متقابليـن وجهاً لوجه مع وجود حاجز بينهما يحول دون رؤية أحدهما عمل الآخر.
4. إعطاء أحدهما تعليمات شفهية للآخر لرسم شكل معين. فمثلاً، يعطي طالب تعليمات لزميله أن يرسم «مثلثاً طويلاً على أن يتجه طرفه المدبّب إلى أسفل»، ومن ثم يرسم «نصـف دائـرة يكون جانبها المسطّـح إلى أسفل فوق قمة المثلـث المسطحة» (كوز الآيس كريم).
5. أما الطلاب الكبار، فقد تتضمن التعليمات الشفهية مفردات وصفية يستخدمونها في الصف، مثل **زاوية قائمة، أو مثلث متساوي الساقين، أو القطر، أو أضلاع متناسبة.**

إن نجـاح المتحدث فـي الاتصال اللفظي، ودقة الرسّام في اتباع التعليمات المعطاة له، تصبـح كأنهـا تغذية راجعـة فورية عندما يـرى كل زوج من الطلاب الرسـم النهائي. فيشعر الواصف (الذي يصف) بالارتياح والرضا من التواصل الصحيح، ويفتخر الرسّام بدقة انتباهه إلى التفاصيل المعطاة له في الوص ف، ثم يتناقش الطالبان في الأمور التي عُيّنت لهما، وتلك التي أربكتهما في التعليمات الشفهية قبل أن يتبادلا الأدوار.

تخمين الحجوم

يخمّن (يقدّر) الطلاب في هذا النشاط الحجوم في مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيـق، مـن خلال العمل في مجموعـات متجانسة. ويهدف ذلك إلـى إكسابهم قدرات في التخمين/ التوقع، وتمكينهم من التكيف مع الأدلة الجديدة، وإكسابهم مهارات الاتصال المتعلقة بالرياضيات، ومهارة حسن تقدير الرقم، والوعي المفاهيمي.

المجموعة الأولى: مستوى تعقيد منخفض. اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في مجموعات، وزوّد كل مجموعة بإبريق كبير يحتوي على ماء ملون. ووضّح لهم أن على كل عضو في المجموعة

أن يمـلأ مـن الإبريق كوباً حجمه 250 مل تقريباً، ويخمّن مستوى الماء الذي سيصل إليه عند سكبه في زجاجات ذات حجـوم مختلفة (مثلاً، زجاجات عصير، أو صـودا، أو أكواب قياس مختلفة الحجوم). وعندما تتفق المجموعة على مستوى الماء الذي سيصل إليه في الإناء، عندئذٍ يستخـدم الطلاب قلم تخطيط ليشيروا إلى مستوى المـاء، ومن ثمّ يسكبون الماء الملوّن في الإناء ويناقشون النتيجة. (لأغراض القياس، يمكن أن يستخدم أفراد في مجموعةٍ ما أقلاماً ذات ألون مختلفة؛ ليشير كل منهم إلى تخمينه الخاص).

تتضمن أسئلة النقاش والأعمال المحتملة في هذا النشاط ما يأتي:

- لماذا كان مستوى الماء أقل/ أكبر من تخمينك؟
- ماذا سيكون توقعك لمستوى الماء في الإناء إذا أضفت إليه كوباً آخر؟ **(يخمّن الطلاب أولاً، ثم يضيفون الماء، ويناقشون النتائج).**
- خمّـن كم كوبـاً سنحتاج إليه لمـلء كل إناء؟ **(يخمّن الطـلاب أولاً، ثم يضـيفون الماء، ويناقشـون النتائـج).** اطلب إلى الطلاب أن يعرضـوا نتائجهم على صورة رسم بياني، أو جـدول، أو رسمٍ على شفافية، أو أي مخطط تنظيمي آخر، أو من خلال مناقشات المجموعات.

المجموعة الثانية: مستوى تعقيد متوسط (تفكير مفاهيمي مبكر). سينفذ الطلاب في هذه المجموعة النشاط السابق نفسه، ولكن عليهم تصميم التجربة بأنفسهم. علماً أنّ الهدف لم يتغيـر، وهو أن يخمن الطلاب ، ولكن ستزوّد كل مجموعة منهم بمواد التجربة (إبريق يحتوي علـى ماء ملـون، أوعية ذوات أقطـار مختلفة، وكـوب سعته 250 مـل) دون إعطائهم خطوات تنفيذهـا. لذا، يتعين على الطلاب أن يخمنّوا أولاً، ثم يتناقشوا في كيفية جمع الأدلة لتخمين عدد أكواب الماء التي يحتاجون إليها لملء كل وعاء. دع الطلاب يسجلوا ملاحظاتهم الجماعية (أو الشخصية) حول تخميناتهـم ونتائجهم وتفسيراتهم. وينبغي أن يتحدّى الطلاب الإجابة عن الأسئلة، ويفسروا لماذا يغيرون تخميناتهم، مستندين في ذلك إلى «المبادئ» (أيِّ الأفكار أو المفاهيـم العامة) التي يعتقـدون أنها تنطبق على النشاط. وقـد تتضمن الأمثلة على هذه المبادئ ما يأتي: «كلما زاد قطر الوعاء، انخفض مستوى الماء فيه»، أو على نحوٍ أكثر تحديداً

«إذا تضاعف قطر الوعاء، فسينخفض مستوى الماء إلى الربع تماماً». لذا، شجّع الطلاب ذوي مستويات التفكير العليا على اقتراح طريقتين أو أكثر لإكمال التجربة وحل المسألة.

راقب الطلاب في أثناء سكب الماء من الإبريق إلى الكوب، ومن الكوب إلى الأوعية، واطلب إليهم التوقف بعد كل خطوة، وكتابة أي تخمين جديد بناء على الأدلة التي يحصلون عليها في أثناء تنفيذ النشاط. وإذا عدّل الطلاب تخميناتهم، فعليهم أن يعطوا الأسباب، وأن يحتفظوا بملاحظات أو رسوم بيانية لعرض نتائج التجربة (شجعهم على استخدام مصطلحات مثل نصف، ربع، النسبة المئوية).

المجموعة الثالثة: مستوى تعقيد عالٍ (تفكير مفاهيمي أكثر تجريداً). يستخدم الطلاب في هذه المجموعة وحدات القياس المترية، ومشاهدة العلامات التي تشير إلى مقدار الحجم بالمل على كوب القياس. وبعد تنفيذ الطلاب التجربة التي صمّموها، يسكبون الماء من الكوب الذي سعته 250 مل في كوب القياس الذي يحوي علامات القياس المترية. وإضافة إلى الخطوات التي اتبعتها المجموعة الثانية، فإن هذه المجموعة تحلّل، وتخمّن، وتختبر، وتضبط، وتحدّد العلاقة بين حجم الأكواب، واللترات، والمليلترات، والجرامات، ومن ثم يتناقشون في الطرائق التي تمكّنهم من معرفة معامل تحويل الوحدة لكل من هذه المقارنات (مثلاً: كم كوباً في اللتر؟)، والبحث في كيفية تطبيق معامل تحويل الوحدة على المليلترات والجرامات.

بعد أن تكمل المجموعات الثلاث التجربة، يتشارك أفرادها في خبراتهم ونتائجهم، وكيف كانت كل مجموعة تعدّل تخمينها بناءً على الأدلة الجديدة. وتبدأ المجموعة الأولى بالحديث؛ لأنها قد تكون المعلومة الوحيدة التي يدلون بها، ومن ثمّ تضيف كل مجموعة معلومات جديدة إلى نتائج المجموعة السابقة. ثم دوّن ملاحظات الصف على جدول أو مخطط تنظيمي؛ حتى يستطيع الطلاب فيما بعد إجراء المزيد من التخمينات على البيانات التي جُمعت، واختبار معاملات تحويل الوحدات التي استخدموها، ومن ثمّ اعتماد هذه المعاملات بكتابتها في جداول التحويل المعتمدة.

وأخيراً، يمكن للطلاب جميعاً المشاركة في كيفية نقل المعلومات – أيّ كيفية استخدامها في أغراض أخرى غير التي استخدمت في التجربة الصفية– فمثلاً، كيف توهم تصاميم

الأوعيـة أن هناك مجموعة من العوامل يجب أخذها فـي الحسبان عند تقدير الثمن والتأثير البيئي لبيع السلع في أوعية ذات حجوم كبيرة، مع مراعاة المستويات المختلفة للتحدي القابل للتحقيق لـدى الطلاب، حيث يمكن إعطاؤهم واجبات منزليـة متباينة. مثلاً، يمكن للطلاب ذوي المستوى المتدني البحث في المحال التجارية الكبيرة (السوبرماركت)، أو في إعلانات الصحف لمعرفة كيف تغري الشركات المختلفة الناس بشراء منتجاتها بناءً على حجم الوعاء أو تصميمـه، في حين يمكن للطلاب ذوي مستوى العالي تحديد أيّ القيمتين أفضل من حيث الثمـن والكميـة: ست علب من الصودا سعـة كل منها 500 مل، أو قـارورة سعتها لتر وبالسعر نفسه. والطريقة الفضلى هي جعل الطلاب يصوغون أسئلتهم الخاصة بالأشياء التي يريدون تقويمها – وهي طريقة تشعرهم بالحرية، وتعطي معنى لأعمالهم.

استكشاف خطوط الأعداد

خـط الأعـداد هو رسـم هندسي مفيـد للمستكشفين وقـرّاء الخريطة على حـدٍّ سواء. فالمستكشفون يمكنهم التحرك على طول الخط، أما قرّاء الخريطة فيمكنهم فحص النقاط والأنماط في الخط وتقويمها. وتسمح هذه الإستراتيجية أيضاً لطلابك اكتساب بعض الخبرة باستخدام جداول KWL (knows, wants to know & has learned)، حيث يتكون الجدول من ثلاثة أعمدة معنونة على النحو الآتي: ما يعرف، ما يريد أن يعرف، ما تعلّمه. حيث تحفّز هذه الإستراتيجية المعرفة السابقة لدى الطلاب؛ إذ تطلب إليهم أن يحدّدوا ما الذي يعرفونه أصلاً عن موضوعٍ ما، وكتابة إجاباتهم في العمود الأول من الجدول. ومن ثمّ يضعون الأهداف التي تحددمـا الذي يريدون معرفته في العمود الثاني. وفي نهاية تدريس الوحدة الدراسية، يناقش الطلاب ما تعلموه، ويكملون الكتابة في العمود الثالث من الجدول، ويمكن أن يصحّحوا أي أخطاء ارتكبوها في العمود الأول، أعرف. وإضافة إلى ذلك، إذا أعدّ الطلاب جداول «أعرف– أريد أن أعـرف– تعلّمت» الخاصة بهم، فعندئذٍ يمكنهم تضمين أهدافهم الشخصية في الجدول، أيْ الأمور التي يريدون معرفتها خصوصاً ما له صلة بالوحدة الدراسية القادمة.

اطلب إلى الطلاب جميعهم (أو قسم طلاب الصف إلى مجموعات صغيرة) أن يكتشفوا بحريـة خط الأعداد دون إعطائهـم مهمة محددة، بوصف ذلك نشاطـاً مبدئياً لإستراتيجية خط الأعداد. وابدأ برسم عدد من خطوط الأعداد على أوراق كبيرة لوضعها على الأرض، أو استخدم لاصقاً لتثبيتها. ثم اطلب إليهم بعد تعرّف خطوط الأعداد، أن يعملوا في مجموعات غيـر متجانسة لرسم جدول أعـرف– أريد أن أعرف– تعلّمت، وتعبئة العمودين الأول والثاني أعرف– أريد أن أعرف، ثم التشارك في أفكارهم، وتدوينها في جدول أكبر رسمته. وستلاحظ في أثناء تجوالك بين الطلاب، والاستماع إلى أفكارهم في الاجتماع الأول لهم مع مجموعاتهم، أن الخلفية النظرية قد تكون مخالفة لتوقعاتك عن مدى إتقان كل طالب للموضوع. ويمكن أن يكون مصدر المعلومات هذا عن تباين المعلومات أكثر موثوقية من الإضافات التي يكتبها كل طالب في جدول أعرف– أريد أن أعرف– تعلّمت، الخاص بمجموعته.

يمكنك في الدروس اللاحقة، نقل الطلاب إلى مجموعات ذات مستوى أعلى أو إلى مستوى أدنى للتحدي القابل للتحقيق، ويعتمد ذلك بناءً على ملاحظاتك حول مدى فهمهم ومشاركاتهم في المجموعات غير المتجانسة التي شُكّلت في البداية. ثم توجّه المجموعات التي وضعت في المستـوى المناسـب للتحدي، على أن تتحسّن من خلال استمرارهم فـي تنفيذ الأنشطة. أمّا الطلاب الذين يتمتعون بمستويات إتقان/ خلفية عالية، فإنهم سيصلون في النهاية إلى التحليل المفاهيمي الذي يعنيه خط الأعداد للأعداد الصحيحة. والمجموعات التي تعمل بصورة أكثر في المستويات التأسيسية في الاستكشاف، ينبغي أن تكون ضمن المستويات المناسبة للتحدي القابـل للتحقيـق ، ولكنهم سيستفيـدون أيضاً مما يجري حولهـم. فملاحظاتهم عن إشراك المجموعات الأخرى في أنشطة تبدو ممتعة، سيؤدي إلى توليد الدافعية لديهم للاستمرار في الاكتشافات والنقاشات؛ لتحقيق مستويات أعلى لو طبقوا هذه الأنشطة نفسها.

والنشاط الآتي يوضح التمايز الذي يمكن أن يحدث في المجموعات المتجانسة، ويمكن أن يُستفاد منه في مستويات متنوعة من التحدي القابل للتحقيق.

المجموعة الأولى: مستوى تعقيد منخفض. اعمل «نمذجة توضيحية»، على أن تعدّ بصوت مرتفـع كلمـا تقدمت إلى الأمـام على طول خط الأعـداد من الصفر إلـى 5، وأنت تنظر نحو

الأسفل وتعدّ الأرقام في أثناء السير. ومن ثمّ يأخذ كل طالب الدور في عدّ الخطوات بصوت مرتفع في أثناء سيره، ويتوقف حيث شاء، ويعلن عن عدد الوحدات التي تخطّاها. وتؤكد بقية المجموعة على كلام السائر «بالنظر» إلى العدد الذي يقف عليه. وبعدما يحظى كل طالب بفرصة للمشاركة، شجّع أفراد المجموعة على مناقشة ملاحظاتهم. ثم اطلب إليهم تدوين نتائجهم أو رسمها بصورة فردية على جدول المجموعة.

المجموعة الثانية: مستوى تعقيد متوسط (تفكير مفاهيمي مبكر) يمكن للطلاب الذين يظهرون إتقانهم مبكراً أن يكونوا في مجموعة مرنة في القسم الثاني من الوحدة الدراسية، ومن ثمّ يرتقي مستواهم إلى إجراء الجمع والطرح. ويمكن للطلاب الذي يسير على خط الأعداد أن يتوقف عند أي نقطة. وعليه، يمكن لأفراد المجموعة أن يأخذ كل منهم دوراً، ويطلب إلى الطالب أن يسير خطوة أخرى، ويعلن عن الرقم الجديد. ويمكن لهذا الطالب أن يختار إما النظر إلى الرقم، وإما تخمين الإجابة قبل التأكد.

وسّع النشاط من خلال الطلب إلى أفراد المجموعة أن يتوقعوا أين يمكن أن يكون المتطوع «السائر» عندما يسير خطوة، أو خطوتين أو ثلاث خطوات، وهكذا. ومن ثم يتعين على الطالب أن يتّخذ عدد الخطوات الصحيحة. وعليه، تستطيع المجموعة أن تختبر صحة تخمينها. ويمكن للمتطوع أن يخمّن على نحوٍ مستقل قبل أن يطبق الخطوات، ويختبر صحة تخمينه.

بعد أن يتاح لكل فرد منها الفرصة أن يكون هو «السائر»، يمكن للمجموعة أن تمثّل نتائجها على صورة رسم بياني أو جدول. ثم يتعين على الطلاب وصف النشاط الذي نفّذوه مستخدمين مفرداتهم الخاصة، إذ قد يستخدم بعضهم مفردات تشير إلى عملية الجمع، مثل «سار إلى الأمام 3 مربعات من الرقم 3 وانتهى إلى المربع 6»، أو «سار إلى الأمام (أو إلى اليمين) 3 خطوات أخرى من الرقم 3، ووقف على الرقم 6». واكتب على السبورة قائمة المفردات الرياضية ذات العلاقة التي يستخدمها الطلاب في وصفهم.

عندما ينظر الطلاب إلى الكلمات التي استخدموها في وصف السير إلى الأمام أو اليمين، فإنهم قد يستخدمون كلمة جمع، ولكن هذا ليس أهم من مشاهدة هذه العملية، ووصف النتيجة المتوقعة. وبمرور الوقت، سيكتشف الطلاب عملية الجمع، وسيستخدمون في النهاية هذه

المفـردة بعـد أن يكونوا قد فهموا معناها. لذا، شجعهم فـي الأنشطة اللاحقة في لعبة السير علـى خط الأعداد على استخـدام كلمة جمع، واكتب نتائجهم في جمل، مثل: «كنت واقفاً على الرقم 7، ومن ثم جمعت 3 خطوات أخرى، وأصبحت واقفاً على الرقم 10».

لـم يمض وقت طويل قبـل أن يبدأ الطـلاب طبيعياً باختبار الحركة علـى خط الأعداد فـي الاتجاه المعاكس، حيث سيتوصلون إلى مفهوم الطـرح على خط الأعداد. هناك خيارات (احتمالات) عدة يمكن القيام بها لمساعدة الطلاب على تحويل هذه المعلومات الجديدة إلى تمثيلات أخرى من الجمع والطرح من خلال المعالجة الذهنية، بما في ذلك تنظيم مجموعة من الأشياء، وكتابة جمل باستخدام مفردات مفاهيمية مناسبة.

يمكـن للطـلاب الاستمرار في لعبة السير على خط الأعداد. فمثلاً، يمكن أن تطلب أنت أو أفراد المجموعة من المتطوع «السائر» البدء من الرقم 9 والسير 5 خطوات إلى الخلف. ثم اطلـب إلـى الطلاب أن يتوقعوا قبل أن ينتقل المتطوع من مكانـه، ثم اطلب إلى الطلاب، بعد انتهـاء التوقع، أن يتوقعـوا الرقم الذي سيقف عليه «السائر» إذا سـار خطوة أو خطوتين إلى اليسار، ثم اطلب إليهم أن يتوقعوا أيضاً من جديد الرقم الذي كان مطلوباً أول مرة (أي السير خمس خطوات إلى اليسار)، واطلب إلى «السائر» أن يتبع عدد الخطوات الصحيحة. فإذا بقي التخميـن (التوقع) غير صحيح، فاطلب إلى الطلاب أن يتشاوروا فيما بينهم في كيفية إعادة النظر من جديد في العملية التي شاهدوها، والتخمين بصورة صحيحة في المرة القادمة. وإذا تطلّـب الأمر، فاطلب إليهم العودة إلـى التمرين الأول وهو عدّ المربعات في أثناء مشاهدتها. حيـث يبـدأ «السائر» عند الرقم 9 ،ومن ثم، دون أن يخمّـن، يعدّ حتى 5 بصوت عالٍ في أثناء السيـر خمس خطوات على خط الأعداد إلى اليسـار. وشجع الطلاب على الجهر بصوت عالٍ للتعبير عن الإجراءات التي ينفّذونها، فمثلاً «بدأت من الرقم 9، ثم مشيت خمس خطوات إلى الوراء، وأنا الآن واقف على الرقم 4».

عندما يخطئ أفراد المجموعة في التخمين، شجعهم على اتباع النموذج التدريبي الذي أعددته؛ لأنـه سيساعدهم على رفع مستوى مهارتهم عند تلقيهم التعليمات الداعمة، وتجنب الانتقاد أو أخذ الحل من «السائر». سيشعر كل من «السائر» وقائد المجموعة بالراحة والرضا

بسبب هذا التعاون، وسيشعرون أيضاً حتى بالدوبامين الجالب للمتعة عندما يكون اللطف، والتفاؤل، والرضا الذاتي، ورحابة الصدر، والتفاعل الإيجابي بين الأقران. وسيؤدي ذلك إلى انخفاض مستوى التوتر، وسيعود الطلاب إلى تنفيذ أنشطة خط الأعداد بمشاعر إيجابية، وهذا يعود إلى تفاعل دورة الدوبامين والمتعة التي تجعلهم يتقبلون تنفيذ تجربة إيجابية.

لقد شاهدت طلاب يشاركون في هذا النشاط في مناسبات عدّة، ويتناقشون في أسباب صحة بعض التخمينات، وخطأ بعضها الآخر.

لقد كان تفاعلهم حماسيّاً، ولكن نادراً ما كان مندفعاً أو عدوانيّاً. لقد شعروا بالراحة في مشاركتهم الآخرين في الأفكار وتحمل المسؤولية الجماعية للتواصل بصبر، حتى تستمر المجموعة في اكتشاف المعرفة وبنائها معاً.

تأتي أهمية عدم فرض مفردتي الجمع أو الطرح أو الرمزين + أو – في هذه المرحلة؛ لأنه بوسع الطلاب بناء مفاهيمهم الخاصة بدلاً من حفظ صيغ مجردة. فعندما نلجأ إلى التجريد بإضافة الكلمات والرموز الصحيحة فيما بعد، سينشأ مسار عصبي قوي ودقيق، وستكون لهاتين المفردتين في ذهن الطلاب معانٍ ملموسة؛ لأنهم سبق أن بنوا هذين المفهومين بأنفسهم، واختبروا المكافأة الذاتية في تحقيق تحدٍّ قدّروا قيمته.

المجموعة الثالثة: مستوى تعقيد عالٍ (تفكير مفاهيمي أكثر تجريداً). إنّ الأنشطة المذكورة هنا أعلى من مستوى الطلاب الذين لاحظت تحسّناً في إتقانهم في المستوى المتوسط، وهم حاليّاً دون مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب لهم، أو الطلاب الذين يتقنون المادة الأساسية. لذا، اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في مجموعات ثنائية من خلال العصف الذهني؛ كي يتعرفوا كيفية استخدام خط الأعداد في أمور أخرى، أو يتبعوا توجيهاتك كي يتوصلوا إلى مفهوم المضاعفات والضرب. فمثلاً، يمكنك أن تسأل السؤال الآتي: «هل يمكنك إيجاد طريقة لتعرف ماذا سيحصل، وكيف يمكنك أن تخمّن مكان «السائر» إذا سار خطوتين في كل مرة؟»

عندما يتقن الطلاب في النهاية الطرح على خط الأعداد، عليهم أن يتعرفوا كيفية كتابة الأعداد الصحيحة السالبة إلى أسفل العدد 0 (إذا كان خط الأعداد رأسيّاً)، أو يسار

العدد 0 (إذا كان خط الأعداد أفقيّاً). لذا، سيطلبون إليك إضافة المزيد من الورق على يسار الصفر (أو بإمكانك المبادرة وإضافته قبل حصة الرياضيات القادمة) لاستكشاف الأعداد السالبة. وعندما تجد الطلاب يناقشون ويخمّنون، ويطلبون إليك تدريسهم المباشر فهم بذلك (يرغبون في معرفة ما يجب أن تدرّسهم)، ويكونون في وضع مثالي للتعلم الاندفاعي والمثابرة من خلال التعلم من الأخطاء والعقبات. لذا، شجعهم أولاً على استخدام التخمين للتحقق من صحة فهمهم، واسألهم: «أين سيكون موقع «السائر» إذا بدأ من العدد 7 وسار 7 خطوات، أو 9 خطوات، أو 11 خطوة إلى اليسار؟». ينبغي أن يقف كل طالب على العدد (العدد 7)، ومشاركة المجموعة في تخمين العدد الذي سيقف عليه عندما يسير السائر الخطوات المختلفة إلى اليسار قبل أن يسير فعلاً.

إن استمرار استخدام التخمين للتحقق من الفهم في هذه المرحلة، يؤدي إلى بناء المنطق الرياضي لدى الطلاب، وهي طريقة مريحة (أي أقل مجازفة) وأكثر متعة؛ (لأنها تتضمن الحركة، وتحفّز الدوبامين، ويشارك فيها الأقران) للتدرّب من خلال تمارين القلم والورقة، وأن هذه الطريقة أكثر ملاءمة؛ لأن المهمة ليست استخدام الرموز المجردة للسالب أو الطرح، ولكن بناء المفاهيم التي سيربطها الطلاب لاحقاً بهذه الرموز. وهذه الطريقة في بناء المفهوم تتفادى الخلط المحتوم فيما يتعلق بالفرق بين رمز – على أنه إشارة إلى القيمة السالبة، والرمز نفسه الذي يشير إلى عملية الطرح.

شجع الطلاب على إيجاد كلمات لوصف ما تمثّله الأعداد السالبة بالنسبة إليهم. فقد يقولون مثلاً: «ثلاثة أسفل 1»، أو «ثلاثة على الجهة الأخرى من الصفر». أمّا الطرح، فستصبح هذه الكلمات التي استعملها الطلاب مفاهيم مملوكة لهم؛ لأنهم يبنون فهمهم بأنفسهم. وعليه، فإن الطلاب يمتلكون أدوات قيمة للتعزيز والمعالجة الذهنية لتطوير مفهوم الأعداد السالبة لديهم.

وبمرور الوقت، لاحظ كيف يختلف الطلاب عندما يسيرون على خط الأعداد، واطلب إليهم أن يصفوا طريقة تفكيرهم. سوف تجد أدلة تمكّنك من تمييز المستكشفين الذين يقومون أولاً بالسير خطوات، ومن ثم يطوّرون قواعد أو مفاهيم موحّدة لبناء فهمهم للأعداد السالبة.

وستلاحـظ أيضاً أن قرّاء الخريطة يرسمون رسوماً بيانية، أو يدوّنون الملاحظات، ويرسمون خطوط أعداد صغيرة خاصة بهم، أو يعبرون بالألفاظ عن الخطوات بصورة متسلسلة قبل أن يفكروا في تطوير مفهوم موحّد.

بعـد أن يستوعب الطلاب فـي المجموعة الثالثة الحركة على خط الأعداد، فإن الخطوة التالية هي جعلهم يستخدمون وسائل يدوية لتوضيح أن 3 زائد 4 يساوي 7، وأن 7 «مطروحاً منه» 3 يساوي 4. وشجعهم في أثناء قيامهم بذلك، على التفكير بصوت عالٍ، ووصف ما يقومون به باستخـدام لغتهم الخاصة. ويجب أن تعمل المجموعات ضمن قاعدة أساسية، وهي أنه يمكن لأفراد المجموعة أن يختلفوا مع شرح المتحدث، أو يتفقوا معه، أو يضيفوا إلى كلامه فقط بعد أن ينتهي. حيث يوفر لك الاستماع إلى هذه النقاشات معلومات فعالة عن التقويم التكويني في أثنــاء قيامك وضع علامات إلــى جانب أسماء الطلاب المستعدين للانتقال إلى مستوى أعلى من التحدي القابل للتحقيق.

وسيختلـف الطلاب في الوقت الذي سيحتاجـون إليه في التخمين والتصحيح والتمرين والملاحظـة قبل أن تتّضح لديهم العمليــة أو الإجراء الجديد، والاستعـداد لتبسيط المفهوم وتوحيده، باستخدام كلمات جديدة في الوصف المعتمد للأعداد السالبة. وعندما يصبح النشاط البدني منطقيّاً لديهم، ويصبحون قادرين على التواصل مع الآخرين في فهمهم، عندئذٍ يكونون مهيَّئين لامتـلاك التمثيلات الرياضية التجريدية والمفاهيمية العالية المستوى في استخدام الأرقام، والرموز وإشارات العمليات، والصيغ، والمعادلات. فقد يصلون إلى الإجابات الصحيحة دون المــرور بهذه الخطوات الوسطى، ولكن ستكون إجاباتهم محفوظة عن ظهر قلب، وخالية من الفهم المفاهيمي الذي يبني الشبكات العصبية الضرورية للمعرفة الرياضية.

وكمــا تفعل مــع معظم المجموعات التعاونية، أعلن للطلاب عــن وقت للانتباه قبل بضع دقائــق من توقّفهــم عن جمع بيانات جديدة، واطلب إليهم مناقشــة ما لاحظوه؛ حيث إن هذا الوقت يسمح للطلاب الذين لم يشاركوا بالمشاركة. وعندما تعلن عن الوقت مرة أخرى، عليهم كتابــة استنتاجاتهم أو رسمها بصورة فردية، ثم تدوينها على جدول المجموعة. ولكن قبل أن يعرض الطــلاب النتائج التي توصلوا إليها، راجع المادة التي ستقدمها المجموعة لمعرفة إن

كان الوقـت مناسباً حتى يسمع سائر أفراد الصـف المعلومات، أو قد يكون عرض المجموعة أيضاً فوق مستوى التحدي القابل للتحقيق لبعض الطلاب، حتى يتقدموا أكثر في استكشافاتهم.

إذا كانت هذه الحالة مطروحة، فوضّح السبب للمجموعة، وراجع معهم الأخطاء، وادعم اقتراحاتهم في إجراء المزيد من البحث إذا كانت المجموعات الأخرى بحاجة إلى مزيد من الوقت، وتحدّاهم في إعداد مادة ليعرضوها على الصف بوضوح من أجل الطلاب الذين بدؤوا للتـوّ باستيعاب المفهوم. وأحد الخيارات لبناء فهم عميق لديهم وبناء مهارات الاتصال، هي إعـداد مادتهـم بطرائق عدة، مثل استخدام أشكال مختلفة مـن المدخلات المثيرة للحواس (كالمدخـلات المرئيـة والسماعية، وعرض حي للخطوات التي نفذوهـا) حتى ترتبط بنقاط القوة التعلمية لدى المستكشفين وقرّاء الخريطة.

فهم عملية القسمة

بعد أن تمهّد الوحدة الدراسية لتقويم المعرفة السابقة عن الموضوع وإثارة الدافعية لدى الصف، نمذج النشاط الآتي باستخدام الوسائل اليدوية، والهدف من ذلك أن يستوعب الطلاب مفهوم القسمة بوصفها طريقة لتقسيم الكميات الكبيرة إلى أعداد محدّدة لهذه التقسيمات، وإدراك أن العمليـة (التي ليس من الضرورة في البداية أن نسميّها القسـمة) هي أداة لتخمين عـدد الأشياء التي ستكون في كل مجموعة جديدة بناءً على الهدف (أيّ، كم مجموعة صغيرة نحتاج إليها؟).

عودة إلى العمل بدءاً من هذا الهدف، يستخدم هذا النشاط الوسائل اليدوية على أنها تمثيـل تجريدي لعملية القسمة. وإحدى طرائـق تقويم المعرفة السابقة هي عرض أمثلة عدة باستخدام الوسائل، وإحصاء عدد الأجسام الموجودة لدى كل مجموعة صغيرة. وبعد عرض بضعة أمثلة، اطلب إلى الطلاب كتابة تخميناتهم عن أهداف العرض اللاحق على ورقة أو على سبوراتهم البيضاء الخاصة بهم. وستساعدك التغذية الراجعة من هذا التمرين على تخطيط المجموعات المرنة للنشاط اللاحق.

المجموعة الأولى: مستوى تعقيد منخفض. تضم هذه المجموعة الطلاب الذين تكون تخميناتهم في معظمها غير صحيحة بعد استخدامك الوسائل اليدوية، وحتى بعد أن تلقيت تغذية راجعة صحيحة على الأسئلة التي طُرحت في البداية. وستطوّر هذه المجموعة مهارات ما قبل القسمة من خلال الألعاب أو «المشاركة» في الأنشطة.لذا، ابدأ بإعطاء المجموعة 10 وسائل يدوية كالمكعبات الصغيرة، واطلب إليهم أن يبينوا كيف يمكنهم تقسيمها على مجموعتهم لو كانت مكوّنة من خمسة أفراد (يمكن تعديل الأرقام حسب عدد أفراد المجموعة). ويمكن للطلاب أن يعتمدوا في عملهم على نقاط القوة التعلمية التي لديهم، والعمل بصورة فردية في مجموعات أو ثنائية في البداية. وقد يرغب قرّاء الخريطة في التفكير أولاً، ومن ثم مناقشة أفكارهم، وأخيراً توزيع المكعبات وفقاً لذلك. ويمكن للمستكشفين الذين يرغبون في الحركة أو استخدام الوسائل قبل أن يدلوا بأفكارهم القيام بذلك. وعندما تجتمع المجموعة للنقاش، اطلب إلى كل طالب أو إلى كل زوج منهم توضيح الأسباب التي دفعته إلى العمل.

استخدم في المرحلة التالية 15 مكعباً، واطلب إلى كل فرد أن يخمّن عدد المكعبات التي سيحصل عليها كل فرد في المجموعة إذا وُزّعت المكعبات توزيعاً عادلاً. وسيتحقّق الطلاب فيما بعد من صحة تخميناتهم باستخدام المكعبات. كرّر هذه العملية مستخدماً عدداً مختلفاً من المكعبات في كل مرة، ومن ثم اختر عدداً مختلفاً من الطلاب في كل مجموعة (مثلاً، اثنان أو ثلاثة). ويتعين على الطلاب تسجيل البيانات، ومناقشة النتائج التي توصلوا إليها، وإعداد ملخص أو رسم بياني يوضح تفسيراتهم.

المجموعة الثانية: مستوى تعقيد متوسط (تفكير مفاهيمي مبكر). تتألف هذه المجموعة من الطلاب الذين خضعوا للتغذية الراجعة التصحيحية، وكانت تخميناتهم صحيحة وقادرين على توضيح تفسيراتهم (التعليلات) عندما كنت تنمذج عملية تقسيم الوسائل المحسوسة للصف جميعاً. ويمكن لأفراد هذه المجموعة البدء باستخدام الوسائل المحسوسة الخاصة بهم، ولكنهم سيكونون قريباً مستعدين للانتقال إلى تحدٍّ أكبر.

استخدم قطعاً نقدية حقيقية أو بلاستيكية، وكوّن مجموعات خماسية من الطلاب ، ثم اسأل السؤال الآتي: كم قلم رصاص ثمنه 10 قروش، يستطيع كل فرد من أفراد المجموعة

«شراءه» لو وزّع 100 قرش على المجموعة توزيعاً عادلاً؟ ثم اسأل أسئلة أخرى عن شراء أشياء ثمنها 10 قروش، ومن ثم 20 قرشاً، لتحديد عدد الأشياء التي يستطيع كل فرد «شراءها». وبعد أن يستخدم الطلاب الوسيلة التي يفضّلونها (مثلاً، شفهيّاً أو باستخدام مخطط تنظيمي) لعرض نجاحهم عندما يحلون المسائل المتعلقة بالأشياء التي ثمنها 10 قروش أو 20 قرشاً، يمكن أن يجربوا تحدياً آخر وهو شراء أشياء قيمة كل منها 15 قرشاً، ملتزمين بقاعدة أن يحظى كل فرد من المجموعة بالعدد نفسه من الأشياء.

هيّئ الطلاب في جميع أنشطة تعلّم المجموعة، للنجاح من خلال مشاركتهم في قواعد العمل الجماعي (العمل في مجموعات)، مثل القاعدة التي تنص على أن يكون كل فرد في المجموعة قادراً على توضيح ما تقوم به مجموعته مع إعطاء السبب، أو لا يُعدّ عمل المجموعة بصورة كلية ناجحاً.

المجموعة الثالثة: مستوى تعقيد عالٍ (تفكير مفاهيمي أكثر تجريداً). تتألف هذه المجموعة على الأرجح من الطلاب الذين يعرفون مسبقاً كيفية إجراء عملية القسمة التي لها باقٍ. وقد تفصل هذه المجموعة عن مجموعة مستوى التعقيد المتوسط؛ لأنك لاحظت أن طلابها بحاجة إلى مستوى أعلى من التحدي القابل للتحقيق، أو ربما لجأت إلى تقويم مسبق يكشف عن خلفياتهم النظرية. وعليه، فإنّ من المنطقي أن يكونوا منذ البداية ضمن المجموعة ذات مستوى التعقيد العالي.

ويمكن أن يستخدم هؤلاء الطلاب قطعاً نقدية حقيقية أو بلاستيكية للإجابة عن الأسئلة المتعلقة بشراء أشياء (مثلاً، كميات صغيرة لها قيمة معينة وكتل كبيرة أغلى ثمناً) ثمنها 10 قروش و20 قرشاً، ثم يحسبوا قيمة أعداد متنوعة من الكميات الصغيرة، ثم من الكميات الكبيرة، ثم مما اختلط منها. وأخيراً، يوزعون الوحدات (القروش مثلاً) توزيعاً عادلاً على أفراد المجموعة، ومن ثم يوزعون الكميات التي لها ثمن معين من الوحدات.

قريباً، ستجد أن بعض أفراد المجموعة بدؤوا في كتابة الحسابات باستخدام الرموز الرياضية الصحيحة. ومن المحتمل أن يستخدموا مصطلح الباقي عندما يستخدمون كتلاً

صغيرة وأخرى كبيرة لتمثل قيمة 30 قرشاً، ومن ثم يلتزمون بالشرط؛ وهو أن يحظى كل فرد في المجموعة بالقيمة نفسها التي تمثّلها الكتل.

هناك خيارات عدة متاحة لهؤلاء الطلاب. ويمكنك أن تطلب إليهم قسمة مقبولة لمنتجات ما لا يمكن إجراؤه، على أن يلتزموا بفئات 10 و20 قرشاً بما في ذلك الوحدات (مثل الفلوس)، ويمكـن التقسيـم إلى أجزاء متساوية فـي القيمة، إضافة إلى هذه الفئـات. ويمكن أن يناقش الطـلاب مفهوم الباقي مستخدمين تعبيراتهم الخاصة، ومن ثم كتابة نص روائي أو مسرحي يمثّلون فيه الباقي على أنه كائن متحرك. وقد يصبح هذا العمل جزءاً من التدريس في الحصة القادمـة عن الباقي أو الكسور في إجابـات مسائل القسمة. ويمكن أيضاً تصوير المسرحيات الفكاهية لطلاب صفوف السنة القادمة.

وهناك خيار آخر، هو تزويد هذه المجموعة بإعلانات من الصحف، أو النشرات الإعلانية الخاصة بالمحال التجارية الكبيـرة (السوبرماركت) التي تعرض منتجات بسعرين مختلفين بنـاءً علـى ما تشتريه، فمثـلاً، شراء منتج واحد بنصـف دولار أو ثلاثة منتجـات بدولار، ثم اطلـب إلى الطلاب قصّ إعلانات مـن الصحف تتعلق بمنتجات يحبونهـا، واكتشاف طرائق (عملية أو خيالية) لمعرفة سعر المنتج الواحد بالسعر الجديد، ومعرفة المبلغ الذي سيحتاجون إليـه لشراء منتج لكل طالب في الصـف. ويمكن للطلاب بعد ذلك تصميم ملصقات إعلانية باستخدام الإعلان الأصلي، وتوظيف أفكارهم في حل المسائل التي اقترحتها عليهم. ويمكن أيضاً أن تكون هذه الملصقات الإعلانية جزءاً من المادة التعليمية عندما يكون سائر الطلاب مستعديـن للقيام بهذا النوع من الحسابات. وستثير هـذه التجربة الدافعية لدى الطلاب في هذه المجموعة؛ لأنها ضمن المستوى المناسب لهم من التحدي القابل للتحقيق، وتتطلب منهم الإبداع، وتشتمل على خيارات متعددة لنقاط القوة التعلمية المختلفة، وهذه التجربة ذات قيّمة لأنها مفيدة للدروس اللاحقة.

نشاط صفي للمجموعات كلها. ينمّي الطلاب من خلال هذا النشاط أفكارهم الخاصة عن الباقـي، ويختبرون درسـاً اجتماعيّاً قيّماً عن العدل. ويتيح هذا النشـاط أيضاً فرصة لعرض مواقف تكون فيها الآراء المختلفة جميعها صحيحة.

قسّم الصف إلى مجموعات ثلاثية، واطلب إلى الطلاب تقسيم سبع كتل كبيرة على أن يحصل أفراد المجموعة على حصص متساوية. وهناك حلول غير عملية وخيالية، مثل الادّعاء بتقسيم الكتل الباقية إلى أجزاء هي فرص عظيمة للمتعة والإبداع. وعلى الرغم من أن المجموعات لا تزال تعمل ضمن الخلفية المعرفية للطلاب المتعلقة بالقسمة التي لها باق، فإن المفاهيم التي يبنيها الطالب، أو يكتبها، أو يرسمها، أو يطبقها تصبح «إعلانات» محفّزة للدروس اللاحقة المتعلقة بالكسور دون استخدام مصطلح كسر.

وتصبح الكلمات والتوضيحات التي يستخدمها الطلاب روابط في الذاكرة، كالمشاعر الإيجابية والمتعة (المعزّزة من قبل الدوبامين) التي يحظون بها في أثناء محاولاتهم حل مسألة الكميات في مجموعاتهم. لذا، ستنشأ لديهم شبكة عصبية تربط المعلومات الجديدة عن الكسور بعضها ببعض في الوحدة الدراسية القادمة، وسيتعامل الطلاب مع الكسور بتفاؤل ومرونة.

أطلبُ إلى طلابي وضع قوائم بالكلمات، أو عمل رسوم في أثناء الاستقصاء عن الكميات الإضافية كي أتمكّن من إعادة إنشاء رابط بنشاط الكميات في الدروس اللاحقة. ولما كانوا قادرين على الإبداع، وليس بالضرورة عمليين في نشاط الكميات، فإن أفكارهم تعكس كثيراً من الأفكار، مثل تقسيم الكميات بالمنشار إلى قطع، أو رمي القطع بعيداً، أو شراء قطع إضافية من المجموعات الأخرى، أو مشاركة القطع مع مجموعة أخرى بالتناوب (على أن تأخذ كل مجموعة القطع الإضافية في أيام متناوبة). ويرسمون أيضاً بابتهاج رسوماً مبدعة، ويكتبون كلمات؛ حيث أضيفها لاحقاً إلى جدول الصف، مثل استعار، أعار، قَسَّم، فَصَل، قَطعَ، أجزاء متساوية، قِطع، كامل، نصف، ربع. ألصق هذا الجدول ورسومهم عندما أبدأ بالوحدة الدراسية عن الكسور، ثم أعيد الجداول والرسوم الأصلية إلى المجموعات لاحقاً. للمجموعتين الأولى والثانية، أكتب المفردات الرياضية «الرسمية» أسفل كلماتهم، في حين أطلب إلى المجموعة الثالثة كتابة المفردات أو الرموز التي يعتقدون أنها مناسبة.

وفي نهاية اليوم، خصّص وقتاً لإعطاء عقلك الفرصة للإقرار بالنجاحات التي حقّقتها؛ هل قللّتَ من السلبية تجاه الرياضيات لدى أحد الطلاب، أو أشركت تلميذاً واحداً على الأقل في

مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب له؟ وهل عرضت شيئاً عن الرياضيات قدّره الطلاب واستمتعوا به؟ وهل شعر الطالب المعارض بالراحة في المشاركة، أو جازف بارتكاب الأخطاء؟ إن حدث ذلك، فقد قرّبت تلميذاً من الموقف الإيجابي تجاه الرياضيات، بل وأكثر من ذلك. وإذا شعر طلابك بالتفاؤل الناتج عن التحسن ضمن مستواهم في التحدي القابل للتحقيق، فإن هذه التجربة الإيجابية ستقوّي إحدى الشبكات العصبية المتعلقة بالرياضيات. هذا اليوم ناجح؛ لأن هذا المسار العصبي أصبح أقوى وأقرب إلى أن يصبح المسار الاعتيادي لدى الطلاب– أيّ الذي سيعمل بعقله عندما يتعامل مع تحديات جديدة بكل مرونة؛ إن هذا جيد لك!

الحدّ من القلق الناجم عن ارتكاب الأخطاء

«كانت لديّ مشكلات مع معلمة الرياضيات. فعندما كنت أطرح سؤالاً، وكانت لا تجيبني وتقول إنه يتعين عليّ الاستماع، ولكنني كنت أستمع، ولم يكن شرحها جيداً».

ياسمين- تلميذة في الصف السابع

غالباً ما تكون الأخطاء التي يرتكبها الطلاب أخطاء متشابهة، باستثناء الأخطاء الناتجة عن الإهمال أو النقص في الحقائق الحسابية الأساسية. وأكثر هذه الأخطاء شيوعاً هي أخطاء في تطبيق الإجراءات، أو في تعلم الخوارزميات (إجراء الحسابات) عن ظهر قلب (التذكّر الصمّي). وتحدث هذه الأخطاء عندما لا يطور الطلاب التفكير الرياضي المنطقي الذي يصاحب بناء الأنماط الذهنية للمفاهيم؛ إذ إن تعلم الإجراءات والحقائق عن طريق الحفظ عن ظهر قلب فحسب، ليس مفيداً لاستخدامها بنجاح في مواقف جديدة.

وكما هو الحال مع المواد الأخرى، تكون لدى الطلاب مفاهيم غير صحيحة عن الرياضيات. وهذه المفاهيم غير الصحيحة تعيق عملية التعلم؛ لأنها راسخة بقوة في الشبكات العصبية التي تنشط مرة تلو الأخرى. لذا، يحتاج الطلاب إلى تجارب ملموسة للتخلص من هذه المفاهيم المغلوطة.

إن التخلص من المفاهيم غير الصحيحة عن الرياضيات أمر صعب، والاكتفاء بتكرار الدرس أو إعطاء المزيد من الوقت للتمارين لن يكون مفيداً. إنّ الطريقة الفضلى هي عرض الأخطاء الشائعة للطلاب، ومساعدتهم على دراسة أمثلة لمسائل محلولة تتبين فيها هذه الأخطاء، وتمنحك هذه الطريقة أيضاً الفرصة لتعزيز مهارات تأسيسية مهمة.

ارتكاب الأخطاء الشائعة

جمع أعداد من منازل عدة: أحد الأمثلة على الخطأ الشائع هو: 811 = 37 + 54. يحدث هذا الخطأ عندما يضع الطلاب العددين 54 و37 في أعمدة (أيّ بعضهما فوق بعض)، ومن ثم يجمعون رقمي كل عمود، فـ 11 = 7 + 4، وَ 8 = 3 + 5.

طرح أعداد من منازل عدة: يحدث الخطأ الشائع، عندما يطرح الطلاب الرقم الأصغر من الأكبر أينما كان. فمثلاً، 27 = 29 − 42، لأن 7 = 2 − 9 وَ 2 = 2 − 4. ولاحقاً يتكرر هذا الخطأ مع الأعداد الصحيحة السالبة، فيكتب الطلاب 10 = 55 − 45.

تجميع الحدود المتشابهة: هناك مفهوم آخر بحاجة إلى البناء ضمن إطار التعلم التجريبي، هو أنه يمكن جمع الحدود المتشابهة وطرحها فقط (أيّ الأشياء التي تتكون من فئة واحدة، أو من وحدات القياس نفسها). وما لم يُتعلَّم هذا المفهوم ويُفهم فهماً تامّاً في المرحلة الابتدائية، سيبقى الطلاب يتعثرون فيه عندما ينتقلون إلى تعلم المقامات المشتركة وتبسيط المعادلات الجبرية. ومن الأمثلة على هذا الخطأ الشائع في هذه الفئة الإجابة الآتية: 2أ 4 = 2 +أ

جمع الكسور العشرية وطرحها: عندما يطبق الطلاب القاعدة التي حفظوها عن جمع الأعداد الكلية، فإنهم قد يضعون الأرقام بعضها فوق بعض من جهة اليمين بدلاً من وضعها بناءً على نقاط الكسور العشرية. فقد يكتبون مثلاً:

$$\begin{array}{r} 123.4 \\ -\ 4.593 \\ \hline \end{array}$$

بدلاً من:

$$\begin{array}{rl} 123.4 & \\ -\quad 4.593 & \\ \hline \end{array}$$

الصفر بوصفه حافظ منزلة: ما لم يتعلم الطلاب القيمة المكانية مبكراً، فإنهم سيخلطون بين الصفر بوصفه حافظاً للمنزلة والصفر الذي لا يغير من قيمة العدد. ومثال على هذا الخطأ الشائع هو:

3.4 = 3.04 وَ 3.40 < 3.400. وهذا الخلط نفسه قد يؤدي إلى المفهوم غير الصحيح بأنه كـي تضرب الكسور العشرية في العدد 10 فإنك تضيف إليه الصفر فقط؛ لأن الطلاب تعلموا «إضافة الصفر» عندما تعلموا الأعداد الكلية الموجبة والسالبة، ولكن هذا الحل لا يطبق على الكسور العشرية والكسور الاعتيادية.

جمع الكسور وضربها: الخطأ الأكثر شيوعاً الذي يرتكبه الطلاب عندما يجمعون الكسور، ينجم عن جمع البسط والمقام، دون تغيير الكسور لتوحيد مقاماتها أولاً. ولا يستغرب أن نرى الطالــب $\frac{4}{5} + \frac{2}{3}$ يجمع البسطين (2+4=6) والمقامين (3+5=8)، ويكتب حاصل الجمع على النحو الآتي: $\frac{2}{3} + \frac{4}{5} = \frac{6}{8}$.

كما يرتبك الطلاب عند إخبارهم، دون أن يكون لديهم استيعاب مفاهيمي، لماذا يتعين عليهم ضرب بسطي كسرين ومقاميهما عندما يريدون ضرب الكسرين، خاصة إذا قيل لهم إنه لا يمكنهم جمع بسطي كسرين ومقاميهما عندما يريدون جمع الكسور. وأفضل طريقة للتخلص من هذا المفهوم غير الصحيح هو جعل الطلاب يستخدمون الوسائل المحسوسة عندما يتعاملون مع الكسور أول مرة. وهذه الطريقة تسمح لهم بتصور البسط والمقام مقسّمين إلى أجزائهما الرئيســة. وعلاوة على ذلك، سينتج عن الخلط بيــن طبيعة عمليتي الجمع والضرب الأخطاء الشائعة في تطبيق قواعد التوزيع، والتجميع، والإبدال الخاصة بعمليتي الطرح والقسمة.

«حاصل الضرب يكون دائماً عدداً أكبر». هذه العبارة صحيحة للأعداد الكلية الموجبة، ولكنها غير صحيحة للكسور الاعتيادية والأعداد السالبة. إذ يكتسب الطلاب المفهوم غير الصحيح في أنّ هذه العبارة صحيحة في الحالات كلها بسبب خبراتهم الأولى مع الأعداد الكلية الموجبة. فبــدلاً من قولك: «نصــف ضــرب ثمانية»، جــرّب أن تقول: «نصــف الثمانيــة»، فاستخدامك «أل التعريــف» فــي هذه المسألة (أيّ، عندما يُضرب كسر و عدد كلــي معاً)، يوضّح لهم أنّ الناتج سيكون أقل من ثمانية.

المعدلات والنسب عندما تكتب على صورة أعداد كلية أو كسور اعتيادية. يجب أن يفهم الطلاب أن النسب أو المعدلات هي علاقة بين الأعداد وليست الأعداد نفسها. فمثلاً، قد يكتب الطلاب «2:2» أو «2 إلــى 2» يســاوي 1. فإن فعلوا ذلك، فقد فاتهــم أن مفهوم المعدل هو المقارنة بين

عامليـن مختلفين (كالأميال مقارنـة بالساعات). لذا، فإنهم لا يفهمـون لماذا لا يمثّل العدد الفردي أو العدد الكسري المقارنة، ولا يمكن أن يكون معدلاً.

وفّر البيئة الملائمة للطلاب الصغار

إن ما نعرفه عن الدماغ يشير إلى أن بيئات التعلم التي تناسب الصغار يمكن أن تختلف في بعض الجوانب عمّا يناسب الطلاب الأكبر سنّاً. وهذا يعود إلى خاصيتين مهمتين واضحتين لدى الأطفال، هما احتمال ارتكاب الأخطاء، والفضول الفطري.

المادة الرمادية



التجربة والخطأ

كثيـراً ما تستنـد أقوالنا أو أفعالنا إلى تفسير الدماغ للمعلومات المخزونة في الذاكرة من الخبرات السابقـة. إن معظـم قراراتنا هي تخمينات مبنية في مستوى اللاوعـي وموجهة من هذه الذكريات. وتكون ذكريات القرارات مرتبطة بالمتعة أو عدمها التي نجمت عن التخمينات السابقة. ومثلما تتراكم الخبرات السابقة، فكذلك الحال مع شبكة البيانات المخزنة في الدماغ، ونتيجة لذلك، تصبح استجابتنا للمدخلات الجديدة أكثر دقة.

تزداد قدرة أدمغتنا على تفسير البيئة من حولنا، من خلال الفضول وممارسة التجربة والخطأ، والمتعة الناجمة عـن إطلاق الدوبامين من الاستجابات الصحيحة، والمشاعـر السلبية الناجمة عن الاستجابات غيـر الصحيحـة ؛ حيث تزداد دقة الدماغ شيئاً فشيئاً في توقع (تخمين) الفعل (الإجابة) المناسب (الذي سيجلـب المتعة). وترسل هذه التوقعـات على صورة إشارات إلى أجزاء الدماغ التـي تتحكم في أفعالنا أو كلماتنـا أو إجاباتنا عن الأسئلة. وكلما كبر الأطفـال، ومروا بالخبرات، تحسّن تفكيرهم؛ أيْ يمكن لقشرة الدماغ الأمامية الانعاكسية أن تعدل من الاستجابة (اللاإرادية، التفاعلية) العاطفية للدماغ السفلي. ويستطيع الدماغ من خلال التجربة والخطأ، وارتكاب الأخطاء والقيام بالاختيار الصائب، أن يبني المسارات العصبية للمحافظة على الفعل الذي نتجت منه المكافأة وتكراره. وهذا يعني للطلاب ولغيرهم أنه بعد تخمينهم غير الصحيح، فإنه عندما يتكرر السؤال عليهم مرة أخرى، تزداد لديهم دقة التخمين وتتحسّن؛ لأن المعلومات غير الصحيحة في الدورة العصبية قد تغيرت.

تشير البحوث إلى أن الأطفال عادة ما يكونون مرتاحين عندما يرتكبون الأخطاء؛ إذ تُظهر الأجزاء في الدماغ المسؤولة عن التحكم المعرفي عند الأطفال الذين تقل أعمارهم عن ثماني سنوات نشاطاً قوياً بعد التغذية الراجعة الإيجابية، أما الأجزاء المتعلقة برد الفعل على التوتر فلا تنشط من التغذية الراجعة السلبية؛ (Crone, Donohue, Honomich, Wendelken & Bunge, 2006; Van Duijvenvoorde, Zanolie, Rombouts, Raijmakers & Crone, 2008). إذا كنت معلماً للصغار، فأنت الراعي لقدراتهم الإبداعية الثمينة، فالتحدي يبني المهارات لديهم، ولذلك، فإن عدم وجود تحديات كافية، لن يؤدي إلى نموّ أدمغتهم الرياضية.

لذلك، اترك الأطفال على سجيتهم لارتكاب بعض الأخطاء، حتى يكون لديهم الاستعداد لتحدي أنفسهم في السنوات القادمة.

يولد الفضول الفطري معنا، ويحتفظ الأطفال بالكثير منه. ومنذ الطفولة، تحتاج عقولهم الصغيرة إلى فهم العالم من حولهم كي يتمكنوا من العيش. وعلى الرغم من أن الفضول الفطري مهم جداً لتعزيز هذا الاستكشاف، إلا أنه يقود إلى التصرف دون وعي. يستطيع الطلاب من خلال الاستكشاف، أن يبنوا تدريجياً شبكات عصبية للفئات (الأنماط والرسوم، مثلاً)، ومع استمرار الاستكشاف والخبرة، تتوسع الشبكات لديهم لاستيعاب المزيد من التفاصيل. وتُعدل الشبكات استجابة للأخطاء (أي التوقعات غير الصحيحة المستندة إلى المعلومات الحالية) عندما ينشئ الطلاب روابط أكثر دقة بين ما توقّعوه وما جرّبوه (أيّ مدخلات المثير للحواس). وتستمر هذه العملية من دون إدراك تام.



المادة الرمادية

التغيرات المرتبطة بالعمر

الأطفال الذين تزيد أعمارهم على ثماني سنوات أو تسع، يتفاعل مركز مكافأة تنظيم الدوبامين في نواة أكمبنس لديهم تفاعلاً قوياً مع التغذية الراجعة الإيجابية (ينشّط قشرة الدماغ الأمامية)، ويتفاعل أقل ما يمكن مع التغذية الراجعة السلبية. أما الطلاب الأكبر سناً، فإن النشاط المتزايد ما زال يحدث في قشرة الدماغ الأمامية عندما يطلق الدوبامين استجابة للتغذية الراجعة الإيجابية (خاصة استجابة للإجابات/ التوقعات الصحيحة). لكن أكبر تغير مرتبط بالسن هو التفاعل الشديد لنواة

أكمبنس مع التغذية الراجعة السلبية التي يصحبها انخفاض في مستوى الدوبامين، والمتعة، وقلة وصول المدخلات من خلال مرشح اللوزة العصبية إلى قشرة الدماغ الأمامية. ويزداد نشاط نواة أكمبنس في سنوات المراهقة، ومن ثم ينخفض نشاطها في سن الرشد لتصبح نوبات انفعالية عميقة وأقل فجائية؛ (Crone et. al, 2006).

إن الاستجابة المرتفعة للتغذية الراجعة الإيجابية لدى الأطفال هي استجابة عصبية منطقية؛ لأن أدمغتهم بحاجة إلى الدافعية ليستمروا في الاستكشاف وفهم العالم. وتبدأ الأمور في التغير في المرحلة الدراسية الابتدائية العليا. ولما كانت قشرة الدماغ الأمامية تتفاعل أكثر عندما ينخفض مستوى إطلاق الدوبامين من قبل نواة أكمبنس الذي يحدث عند إدراك وجود الخطأ، فإن الطلاب من الصف السادس وحتى المرحلة الثانوية يتأثرون أكثر بالتغذية الراجعة السلبية، في حين يتأثرون بصورة أقل بالتغذية الراجعة الإيجابية. فتصبح المجازفة بارتكاب الأخطاء خبرات شديدة التوتر، خصوصاً أمام زملائهم في الصف، مما يقلّل من فرص تعلمهم.

لمّا كانت عقول الصغار تُثار نتيجة حب الاستطلاع أكثر من تأثرها بالحساسية تجاه الحرج عند ارتكاب الأخطاء، فإنه يمكنك أن تكون مباشراً، وتطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة حتى لو لم يتطوعوا بأنفسهم. وغالباً ما تكون هذه الطريقة ضرورية للأطفال؛ لأن عقولهم لم تتطور بعد لدرجة تجعلهم يتحكمون بالانتباه. لذا، فهم بحاجة إلى إشراكهم في الدرس بطرق مباشرة، كأن تناديهم بأسمائهم وتدعوهم إلى المشاركة.

تقليل المواقف السلبية تجاه ارتكاب الأخطاء

لا تُطبق الإستراتيجيات الآتية على الأخطاء التي تُرتكب في الامتحانات، بل على الأخطاء التي تُرتكب أمام الزملاء في الصف. وسنبدأ بإستراتيجيتين عامتين لتشجيع المشاركة الواعية وزيادة التركيز باهتمام، ثم سنبحث في إستراتيجيات لتحسين ردود أفعالك تجاه أخطاء الطلاب، وإستراتيجيات لتشجيع المشاركة، وإستراتيجيات لإيجاد طرائق قليلة التوتر لاستخدام الأخطاء في التعلم.

* **إستراتيجية: طبّق قاعدة وقت الانتظار**

عندما تنادي الطلاب الصغار بأسمائهم، حتى أولئك الذين لا يتطوعون للمشاركة، من الضروري ترك وقت للانتظار بعد طرح السؤال؛ لمنع الطلاب المتحمسين من التلفظ بالإجابة بصوت عالٍ. واستخدام «التحدي المشترك» لتطبيق وقت الانتظار يخدم هذا الغرض. فمثلاً، أخبر طلابك أنك إذا أردت اختيار أحدهم للإجابة عن السؤال، ينبغي أن يمتنعوا عن التلفظ بالإجابة بصوت عالٍ، أو رفع أيديهم حتى تذكر رقماً معيناً (مثلاً، مضاعفات الرقم خمسة، رقم أكبر من تاريخ اليوم، وهكذا). عندما تتجاهل أصواتهم المنادية بالإجابة وأيديهم المرفوعة، لأن هذا يعدُّ خرقاً للقاعدة، سيدرك الطلاب عندئذٍ أنك لن تعيرهم اهتمامك حتى يستمعوا بانتباه ويلتزموا بالقواعد جميعها، وأن عليهم الانتظار حتى سماع الكلمة المتفق عليها قبل أن يتلفظوا بالإجابة.

* **إستراتيجية: اسأل مجموعة من الطلاب في وقت واحد**

ستزيد من مستوى تركيز الانتباه لدى الطلاب الصغار حين تنادي مجموعة منهم بأسمائهم للإجابة عن السؤال نفسه دون أن تخبرهم ما إذا كانت إجاباتهم صحيحة. فالشخص الذي يفكر هو وحده الذي يتعلم.

عندما يستمع الطلاب إلى زميلهم وهو يجيب والمعلم يخبره صحة إجابته، فإنهم في هذه الحالة لا تتوافر لديهم الفرصة لمحاولة تقييم المعلومات بأنفسهم. ولكن إذا كانت ثقافة الصف تجعل الطلاب يعلمون أنهم مسؤولون جميعاً عن الإجابة عن الأسئلة جميعها (لأنك ستسأل مجموعة من الطلاب عن إجاباتهم قبل أن تدلي بالإجابة الصحيحة)، لذا، فإنهم سيستمرون في التفكير في السؤال ذهنيّاً أو على الورق؛ لأنهم لم «يعطوا» الإجابة من الشخص الذي حلّ المسألة أولاً.

بعد أن تختار عدداً من المتطوعين ليعرضوا حلولهم، اطلب إلى الطلاب جميعهم التصويت على الإجابة. فإذا عرف سائر الطلاب أنهم ما زالوا مسؤولين عن إجاباتهم فسيظلون مهتمين؛

لأنهـم بذلـوا محاولة فعالة فـي الحل، وسيرغبون فـي معرفة إن كانوا مصيبيـن أم لا. وهذا سيحفزهم على إيجاد الطريقة الصحيحة للحل في المستقبل.

ويمكنـك أيضـاً أن تسأل أسئلة تقديرية على أن يختـار كل طلاب خياراً أعلى أو أقل من خيار زميله السابق له، وبذلك لا يكرر الطلاب إجابات زملائهم، ويستمرون في المتابعة حتى عندما تأتي أدوار غيرهم للإجابة.

*** إستراتيجية: تدخّل فوراً**

من المهم تخفيف التوتر فوراً لدى الطلاب عندما يدلون بإجابة غير صحيحة، لا سيما الذين لا يشاركون عادة في الصف، والذين تحاول استمالتهم للإجابة. ويتعين عليك أن تكون مستعداًّ حتى تتمكن من التدخل الفوري. وحين يجيب الطلاب عن السؤال أمام أقرانهم، فإنهم يعرّضون أنفسهم لمواقف محرجة. لذا، اشكرهم على أي إجابة يتطوعون بها. فقل مثلاً، «لقد أجبـت عن سـؤال صعب، فمرحى لك». وإن كانت الإجابة غيـر صحيحة، فحاول أن تعثر على جزء صحيح منها، ومن ثمّ أعد صياغة السؤال كي يتلاءم مع الجزء الصحيح، قبل أن تطرح السؤال الأصلي للصف بطريقة أخرى.

يمكنك أيضاً أن تقول إن إجابة الطالب قريبة من الإجابة الصحيحة، وتريد منه الاستماع إلى أفكار طلاب آخرين والتفكير في مراجعة الإجابة، ومن ثم ستعود إليه. عُد إلى هذا الطالب بسرعة واسأل سؤالاً آخر، أو سؤالاً سهلاً يستطيع حله، أو السؤال الأصلي إذا شعرت أن هناك وقتاً كافياً لديه، أو أنه قادر على استخلاص الإجابة الصحيحة من إجابات زملائه.

علـى الأرجح، ستتعرف من الإجابة غير الصحيحة إن كان الخطأ حسابيّاً (مثلاً، عملية جمع غير صحيحة) أو إجرائيّاً (مثلاً، جمع الطالب في حين كان السؤال عن الطرح). ستدّلك معرفتـك بالأسـاس الرياضي العام للطلاب إن كان يعرف كيفيـة الجمع والطرح ولكنه أخطأ لأنـه لم يعرف أي عملية يستخـدم. ويعتمد ما سيحدث لاحقاً على الطالب وأسباب وقوعه في الخطـأ. فإذا كان اختيـار العملية الصحيحة يُعد مشكلة لدى الطـلاب الآخرين، فإن البحث الفوري عن أسباب الأخطاء سيكون أمراً ذا قيمة للجميع.

يمكنـك أن ترد على إجابة الطالب بنبرة صوت وتعبير وجه إيجابيين قائلاً: «أنا مسرور لأنـك أعطيت هذه الإجابة، فهي تذكّرني أنني لـم أقدم شرحاً كافياً، فالكلمات المختلفة هي تلميحـات تخبرنـا أن نطرح. في السؤال الذي سألته قلت: «**ما الفرق بين 15 و5؟**»، وأنت أجبت 20 لأنك جمعت العددين، وهذه الإجابة أعطت رقماً **مختلفاً** عن 15 و5. دعونا نراجع (أو نضيف إلـى) قائمة المفردات التي تدلنا على الطرح». ثم أعط تمارين مشابهة، واطلب إلى الطلاب أن يجيبوا عن ذلك باستخدام سبوراتهم الخاصة أو بوسائل أخرى.

إذا كانت إجابة الطالب تدل على وجود مستوى إتقان منخفض لحقائق حُفظت عن طريق الحفـظ عن ظهر قلب (الحفظ الأعمـى)، فعندئذ لا توجد قيمة كبيرة في استخدام الأخطاء لأغراض تعليمية. لتقليل التوتر الناجم عن ارتكاب الأخطاء، أعط الإجابة الصحيحة، واسأل فوراً سؤالاً مختلفاً على أن تكون إجابة الطالب السابقة هي الإجابة الصحيحة. قل مثلاً: «قلت إن 5 ضرب 7 يساوي 30. والحقيقة أن 5 ضرب 7 يساوي 35، ولكنك مصيب في أن 5 مضروبة في عدد قريب من 7 يساوي 30. هل تعرف ما هذا العدد؟ أو: هل ترغب في أن أسأل زميلاً آخر؟»

إن كان الخطـأ خطأً مفاهيمياً أو إجرائياً لموضوع أتقنـه الطلاب، فبإمكانك أن تقول: «تعجبني هذه الإجابة؛ لأنها تجيب عن سؤال آخر أنوي أن أسأله لاحقاً في هذه الوحدة». اكتب إجابة الطالب بطريقتك، ولكن أضف إليها شيئاً ما يجعلها «نقطة انطلاق» لموضوع سيُدرس في الأيام اللاحقة. قل مثلاً: «لقد قلت إن $\frac{1}{5}$ أكبر من $\frac{1}{3}$، وهذا يناسب موضوع قسمة الكسور. وسأكتـب «قسمـة الكسور»، وسأستخدم مثالك الرائع في درسنـا عن قسمة الكسور لاحقاً في هذا الأسبوع».

فـي الأيام القليلـة المقبلة، يمكنك أن تعطـي هذا الطالب تمارين وتدريبـاً إضافيّاً عن المقامات في الكسور لرفع مستواه إلى مستوى سائر أفراد الصف.

حين تنتقل إلى موضوع قسمة الكسور الاعتيادية، تذكّر أن تعود إلى هذه النقطة بالسؤال الآتي: «هل يمكن أن تعطيك القسمة رقماً أكبر من الرقم الذي بدأت به؟» وهذا يوفر قليلاً من التنافـر المعرفي (cognitive dissonance) لتعزيـز الفضول لمتابعة الدرس. بعد المناقشة، اعرض على الطلاب الكسور التي كتبتها عندما ارتكب الطالب خطأه السابق.

اكتب واسأل: «ما حاصل قسمة $\frac{1}{5}$ على $\frac{1}{3}$؟»، ثم اكتب الإجابة $\frac{3}{5}$، وضع دائرة حول المقامات. عُـد إلى الطالب، وقل له: «نعرف الآن أن للأرقـام الكبيرة معاني أخرى عندما تكون مقامات فـي الكسور. وهـذا يعود بنا إلى السؤال الذي سألته سابقاً. دعونا نكتب قائمة بما تعلّمناه عن ذلك السؤال الذي كتبته على السبورة، وهو: عندما تقسم كسراً على كسر آخر، فلماذا تحصل على ناتج أكبر من كلا الكسرين؟»

* إستراتيجية: استخدم التقدير والتخمين لزيادة المشاركة

لمّـا كان لدى الطلاب الكبار مشاعر سلبية تجاه الأخطاء، فإن الطريقة الجيدة لتعزيز المشاركة هـو أن تسأل أسئلة «مقاوِمة للأخطاء»، وهذه الأسئلةُ فرصٌ لإظهار التمايز بينهم؛ لأنها تتضمن خيارات للطلاب الذين يعرفون الإجراءات أو الحقائق للاستجابة ضمن مستوى فهمهم المفاهيمي المتنافي. يمكنك أيضاً أن تسأل أسئلة مفتوحة عن كيفية حل المسائل (بدلاً مـن حسـاب الناتج فعليّاً)، أو أسئلة تتطلب التخمين أو التوقـع فقط. أضف إلى ذلك أن عمل الطلاب في أزواج أو مجموعات يقلّل من السلبية تجاه الأخطاء.

إن استهـلال النقاشـ بجمل متنوعة، مثـل: «كيف يمكن أن نجـد ...» هي طريقة جيدة لإشراك الطلاب من خلال نقاط قوتهم، وتسمح لهم أيضاً بالاستماع إلى طرائق عدة، واختيار الطريقـة التي يفهمونها بصورة أفضل. مثلاً، اسـأل: «إذا أردنا إعطاء كل طالب يجلس على طاولتك مقداراً متساوياً من الزبيب الذي في الكيس، فكيف يمكن أن نقوم بذلك؟» ارفع كيساً شفافاً فيه مقدار كبير من الزبيب يصعب عدّه حتى يعرف الطلاب أنهم غير مطالبين بمعرفة إجابة محددة.

إن سؤالك هذا يركز على المفهوم والعملية. لذا، ذكّر الطلاب باستمرار ألّا يعطوا أرقاماً محـدّدة، لأنـك تبحث عن طرائق أو وسائل لبدء تخميـن موقف ما. وكما هو الحال في معظم نقاشـات مادة الرياضيات، اسأل الطـلاب لماذا يعتقدون أن اقتراحهـم قد ينجح، ثم اكتب ثلاثة اقتراحات، واطلب إليهم أن يخمّنوا أيها سينجح، حيث يمكنهم الانتقال إلى زوايا الغرفة الصفيـة التي تمثـل الاقتراحات الثلاثة إضافة إلـى الزاوية الرابعة التي لا تمثـل «أيّاً منها».

ويمكنهم العمل مع داعمين آخرين لهذه الطريقة لإيجاد الأدلة والأمثلة، أو ربط هذه الطريقة التي يدعمونها بعمليات أخرى مشابهة.

التخمين. عـادةً، لا يستغرق الطلاب وقتاً في التخمين أو التحقق من إجاباتهم، وعندما يُطلب إليهم التخمين فقد يحلون المسألة أولاً، ومن ثم يكتبون أقرب عدد يخمّنونه. ويقومون بذلك على الأرجح؛ لأنهم لم يجربوا قيمة «أنا هنا الآن» للتخمين.

شجـع التخمينات من خـلال تقييمها من جوانب عدة في الرياضيـات، وأعط تقديرات جزئيـة للتخمينات المنطقية على دفاتر الواجبـات المنزلية أو الامتحانات القصيرة. واطلب إليهـم أن يبـدؤوا بحل الواجبات المنزلية في الصف بالتخمين فقط. ومن ثمّ كتابة مجموعة مـن الإجابات مع إعطاء السبب الذي يجعلها منطقية حتـى وإن عرفوا الإجابة دون حسابها. ويمكـن مشاركة الصف فـي هذه الإجابات حيـن مراجعة التخمينات قبـل أن يغادر الطلاب المدرسة ليحلوا الواجب المنزلي وحدهم. وستصبح لدى الطلاب تخمينات دقيقة قد وافقتَ عليها، ثم اطلب إليهم أن يقارنوا بين إجابات الواجب المنزلي ليتأكدوا من أنهم على المسار الصحيح، أو أن عليهم إعادة التفكير في المسألة.

التوقع. القيام بالتوقع، هو كالتخمين، نوع آمن من «السلوك القائم على المجازفة» الذي يمكن أن يحفز استجابة الدوبامين الجالب للمتعة، ويشجع الطلاب الخائفين أو أولئك الذين ينشدون الكمال للقيام بمحاولة حدوث قلق (توتر اللوزة العصبية) من جراء ارتكاب الأخطاء. لـذا، أكد علـى أن التوقعات لا تتطلـب بالضرورة أن تكـون صحيحة، وأن أذكـى الطلاب في الرياضيات قد يدلون بتوقعات غير صحيحة.

هنـاك مثال يوضـح أن الجميع يتوقعون توقعات (وتخمينات) غيـر صحيحة. لذا، أخبر الطـلاب أنك سترمي قطعة نقدية فـي الهواء، وأن عليهم كتابة مـا يتوقعونه: ما الوجه الذي ستكـون عليه القطعة النقدية عند سقوطها على الأرضـ: الكتابة أم الصورة؟ ثم ارم القطعة النقدية، واطلب إليهم عدم الإفصاح عن توقعاتهم إن كانوا مخطئين. عندئذٍ، سيرون أنّ حتى «الطلاب الأذكياء» يخطئون في توقعاتهم أيضاً.

تساعد الخبرات المشابهـة الطلاب المتردّدين على الإدراك تدريجيّاً أنّ التوقعات غير الصحيحـة ليسـت علامات على الجهل، فيصبحون أكثر ثقة عندمـا توضح لهم أن التوقعات هـي فرصـ للدماغ كي يجرب أمراً ما، ومن ثم يحصل على النتيجة الحقيقية، ويستخدم هذه المعلومات ليقوم بتوقعات أكثر دقة في المستقبل.

يستمتع الطلاب في الصفوف العليا، ولا سيّما المستكشفين، باكتساب مهارات التخمين في مواقف الحياة الحقيقية. وسيستمتع الطلاب الذين يتمتعون بهذه المهارات عندما تتاح لهم الفرصة في مشاهدة الهدف والخطوات المتسلسلة التي ستقودهم إلى النجاح.

اعرضـ أكبر قدر ممكن من الخيارات حتى يستطيع الطلاب المشاركة من خلال نقاط قوتهـم، حيـث يمكن عرض تعليمات مكتوبة أو شفهية فـي البداية لاسيّما من يملكون مهارات التخميـن. ويمكن أن يكتـب المستكشفون الملاحظات حول الخطـوات المتبعة في الاستنتاج ليصفـوا ما قاموا به. ويمكـن للطلاب كافة اختيار الطريقة التي يعرضـون فيها اكتشافاتهم النهائية، لتقويمها ومشاركة سائر أفراد الصف فيها.

يمكـن أن يساعد استخدامُ الأحداث الجديـدة المفاجئة والمتعارضة في توضيح أهمية التخمينات الدقيقة، الطلابَ على تذكّر المفاهيم. وفيما يأتي أمثلة على ذلك:

- اسكب ماءً في الكأس حتى يفيض الماء على الأرض. بعد انتهاء الطلاب من الضحك، اسألهم: ما الخطأ الذي ارتكبته؟ **(إنك لم تخطط، ولم تخمّن أو تتوقع الكمية التي يمكن للكأس أن تسعها لتتوقف عن السكب).**
- احضـر إلـى الصـف متأخـراً دقيقة، وأخبـر الطلاب أنـك لم تخمّـن الوقت الذي سيستغرقك للمجيء إلى الصف ماشياً من المكان الجديد الذي أوقفت فيه سيارتك (أو أي مكان آخر).
- أحضر إلى الصف كيساً فيه 10 قطع حلوى صغيرة غير قابلة للتقسيم، وارفعها عالياً. وقـل لهم مبتسماً: سأعطي قطعة واحدة لـكل طالب. إنهم سيلاحظون بالتأكيد أنك لم تحضر ما يكفي من الحلوى، وسيصرّحون بهذا الشعور. يمكنك أن تقول: «حسناً، لـم أعدّها؛ فكيف لـي أن أعرف؟ ماذا يمكنني أن أفعل لإحضار كمية معقولة أكثر؟»

أرشدهـم إلى أن يقولـوا أنك خمّنت عدد الحلوى تخمينـاً تقريبيّاً لعدد الطلاب في الصف، ولكن تأكد من إحضار بقية الحلوى في كيس آخر!

* إستراتيجية: أنشئ مركزاً للتخمين

الكمية. جهّـز مكاناً في غرفة الصف تحفظ فيه أوعية لها الحجم نفسه، مملوءة بأشياء ذات حجـوم مختلفة. أما نشاط المركز الممتد، فيمكن للطـلاب تدوين تخميناتهم عن عدد الأشيـاء التي تحتويها هذه الأوعية. شجع الطلاب على تدقيـق تخميناتهم ومراجعتها دوريّاً، واطلـب إلى متطوعين قراءة بعض تخميناتهم إذا تطلّب الأمر ذلك. عندما تكشف عن الرقم الحقيقـي، اطلب إلى الطلاب تدوين ملاحظة في دفاترهـم إن كانت تخميناتهم أعلى أو أقل (وبكم مرة) من هذا العدد، ولماذا؟ ثم املأ الأوعية بأشياء مختلفة، واطلب إلى الطلاب القيام بالنشاط مرة أخرى، أي القيام بالتخمينات ومراجعتها خلال أيام عدة.

الوزن. لإكسـاب الطلاب مهارتي الحسـاب والتخمين، يمكن أن تضع في مركز التخمين ميزانـاً وأشياء لقياس وزنها، كأن تكون هذه الأشياء وسائل محسوسة للرياضيات لها الحجم والوزن أنفسهما، أو أشياء أخرى، مثل كرات الجولف القديمة. يحمل كل طالب أولاً ثقلاً وزنه كيلوجـرام، ومن ثم يضعه على الميـزان ليتأكد من الوزن. ثم يخمّن الطلاب أي الأشياء تزن كيلوجرامـاً واحداً. ويمكنهم فعل ذلك من خـلال وضع الشيء في كيس واستخدام أي طريقة يختارونهـا، مثـل حمل الشيء (الثقل) فـي اليد، أو محاولة تذكّر ثقـل الكيلو الذي حملوه، ثم يضعون الكيس على الميزان، ويضيفون الأشياء أو يخرجونها حتى يحصلوا على وزن كيلوجرام واحد. ويتعين عليهم الاحتفاظ بملاحظاتهم، وتكرار النشاط باستخدام أشياء أخرى. ولتوسيع هذا النشاط، يمكنهم استخدام أوزان تزن كيلوجرامين أو 3 كيلوجرامات، أو استخدام أشياء متنوعة، مثل كرات التنس والجولف.

المقارنات. اختـر علبتي طعام تزنان 240 جراماً و 480 جراماً على التوالي، واطلب إليهم حمل كلٍّ منهما، وأخبرهم بوزنيهما، أو أن يقرؤوا هم ذلك. ثم أعط الطلاب علبة أخفي وزنها، واطلـب إليهم مقارنة وزنهـا بالعلبتين اللتين تزنان 240 جرامـاً و 480 جراماً، ثم يمكنهم أن يخمنوا ما إذا كان وزن الشيء الجديد أقرب إلى 240 جراماً أو 480 جراماً. قد يرغب الطلاب

في تخمين الوزن بدقة أكثر عندما يصبحون أكثر نجاحاً. ثم اطلب إليهم أن يبرروا إجاباتهم، كأن تسألهم: لماذا تزن العلبة الجديدة 300 جرام؟ وشجعهم على الإجابة بالطريقة الآتية: «إنها أثقل قليلاً من العلبة التي تزن 240 جراماً»، أو «إنها أخفّ بكثير من العلبة التي تزن 480 جراماً، ولكن ليس بخفة العلبة التي تزن 240 جراماً».

باستخدام هذا النشاط الذي يشجع على التخمين (الذي قد يكون بكل سهولة نشاطاً فرديّاً)، يمكنهم أيضاً بناء الإحساس لدى الطلاب بالأعداد من خلال اختبار العلاقة بين الأعداد والأوزان الحقيقية، ومن خلال بناء مفهومي: **أكثر من**، و **أقل من**.

لمزيد من تطوير هذه المفاهيم، أو القيام بعمل أكثر صعوبة في مركز التخمين، يمكنك أن تسأل الطلاب: توقعهم عن ثمن شيء ما؟ إن الهدف من هذا ليس معرفة الأسعار، ولكن لبناء المفهوم الذي مفاده أن الأشياء الكبيرة لا تعني بالضرورة أنها أثقل وزناً أو أغلى ثمناً. فإذا توقع الطالب أن سعر علبة حبوب الإفطار دولار واحد (في حين أن ثمنها الحقيقي 3 دولارات)، وقلت له: «أكثر»، فقد يقول: دولاران. قل له «أكثر» مرة أخرى، وسيستمر الطالب في إعطاء الإجابات التي توجهها أنت بـ «أكثر» أو «أقل» حتى يستطيع تخمين المبلغ الحقيقي. استمر في إجراء هذا النشاط مستخدماً علبة صغيرة فيها مادة ثمينة، كالكافيار.

يمكن أن يكتب الطلاب الذين ينفذون هذا النشاط الإضافي ملاحظاتهم عن حجم الشيء وثمنه، وقد يعيدون النشاط باستخدام أشياء يختارونها، بناءً على معرفتهم بثمنها أنه أكثر أو أقل. عندما يظن الطلاب أنهم يدركون مفهوم أن الثمن له علاقة بحجم الشيء وقيمته، يمكنهم عندئذٍ تدوين اكتشافاتهم في دفاترهم. لذا، ساعد الطلاب على معرفة أن اكتشافهم للمفهوم أكثر أهمية من حصولهم على الإجابة الصحيحة؛ لأنه المفتاح الذي سيساعدهم على حل كثير من المشكلات في المستقبل.

الحجم. وزّع على الطلاب أكياس تخزين بلاستيكية لها الحجم نفسه، واطلب إليهم ملأها بأشياء يختارونها من بيوتهم (مثل، حبات فاصولياء أو كرات زجاجية، أو حبات ليمون) وبكميات يستطيعون عدّها. ثم يزن كل طالب كيسه في الصف، وقد يُخرِج منه بعض الأشياء أو يُضيفها إليه حتى تتساوى أوزان الأكياس، ثم يعدّ كل الطلاب عدد الأشياء التي يحتاجون

إليها في الكيس كي تساوي هذا الوزن الثابت، ولنفرض أنه كيلوجرام واحد. اطلب إليهم بعد ذلك إضافة البيانات التي جمعوها (وتعليق أكياسهم) إلى لوحة الصف، وغطّ الأرقام بالأوراق اللاصقة، واطلب إليهم أن يلعبوا لعبة يخمّنوا فيها عدد الأشياء التي تزن كيلوجراماً واحداً. وقد تصبح هذه اللعبة فيما بعد نشاطاً مستقلّاً خلال وقت التمرين في المركز. لذا، يبني الطلاب مفهوماً مهمّاً لديهم ويوسّعونه، وهو أنه لا توجد دائماً علاقة مباشرة بين الحجم والوزن من جهة والكمية من جهة أخرى.

وحتى تلائم هذا النشاط للمستويات العليا من التحدي القابل للتحقيق، اطلب إليهم أن يعملوا في مجموعات ثنائية أو مجموعات صغيرة، وأعطهم ميزاناً وأشياء متنوعة ليضعوها في الأكياس. تتضمن الخيارات توقع (تخمين) عدد الأشياء التي تساوي وزناً معلوماً، وعدد الأشياء التي يتعين إخراجها أو إضافتها بعد قياس وزن كل كيس، كي يكون وزنه أقرب ما يكون إلى الوزن المعروف.

يمكن توسيع هذا النشاط عندما يبني الطلاب المفهوم الأولي للمضاعفات، وقد يتوقعون توقعات جديدة ليصلوا إلى وزن جديد، مثل كيلوجرامين أو ثلاثة أو أربعة أو خمسة. ثم وسّع النشاط أكثر، واطلب إليهم تخمين وزن كل شيء من الأشياء بمفردها. ويمكن إجراء هذا النشاط قبل أن يدرسوا الكسور بصورة رسمية، ولكن يمكنهم أن يعبروا بكلماتهم الخاصة عن تخميناتهم حين يرون، مثلاً، أن أربعة أشياء تزن كيلوجراماً واحداً.

*** إستراتيجية: خمّن الوزن باستخدام أشياء مألوفة**

هذا نشاط جيد من أنشطة «أنا هنا الآن». نحن نعرف أن حقائب الطلاب تزداد ثقلاً مع الوقت. ولدى الطلاب معرفة مسبقة، من خلال حواسهم المختلفة، أن حقائبهم وحقائب زملائهم تتغير مع تقدم أعمارهم، وذلك عندما يرفعون حقائب زملائهم للوصول إلى حقائبهم، أو يناولون هذه الحقائب لأصحابها، وكذلك عندما يحملون حقائبهم سواء كانت خفيفة أو ثقيلة. والحقيبة المدرسية هي شيء ليس له علاقة باللغة والثقافة في كل صف مدرسي. لذا،

فإن نشاط التخمين هذا مريح للطلاب لأنه مألوف لديهم، إضافة إلى وجود الاهتمام الشخصي لأنه يتعلق بالطلاب أنفسهم وبزملائهم في الصف.

اختـر حقائب عدد من الطـلاب المتطوعين الذين يعتقـدون أن حقائبهم إما خفيفة أو متوسطـة أو ثقيلة. واطلب إليهم أن يزنوا حقائبهـم باستخدام الميزان، ويقرؤوا الرقم الذي يشيـر إليه (بمساعدتـك إذا تطلب الأمر ذلك)، ثم يكتبوا الوزن علـى السبورة تحت فئة من الفئات الثلاث الآتية: ثقيل، متوسط، خفيف. بعد أن ينتهي الجميع من وزن الحقائب والإعلان عن الوزن وتسجيله (وهذه مشاركة سمعية وبصرية على حدٍّ سواء)، مرّر الحقائب على الجميع حتى يجرّب كل طالب حمل الحقيبة التي تزن «س» من الكيلوجرامات، ويستخدم حاسة اللمس ليشعر بثقلها.

بعد تجربة الأمثلة الثلاثة الأولى (حقيبة من كل فئة)، اطلب إلى طالب متطوع أن يتوقع إن كانـت حقيبته ثقيلة أو متوسطة أو خفيفة، ثم تُمرّر الحقيبة على الجميع، ويكتب كل طالب تخمينـاً لوزنها سرّاً قبل أن يزنها صاحبها، ويلصـق وزن الحقيبة على القائمة. يمكنك كتابة وزن كل حقيبة باستخدام ورقة لاصقة. بعد ذلك، يمكن للطلاب العودة إلى الحقائب وحملها لتعزيـز إحساسهم بثقل الحقائب التي تزن 3 أو 5 أو 7 كيلوجرامات. وهذه الخطوة مهمة على نحوٍ خاص عندما يخمّن الطلاب تخمينات غير صحيحة بصورة متكررة.

يتعين الحفاظ على سرية تخمينات الطلاب لزيادة مشاركتهم وتقليل خوفهم من ارتكاب الأخطاء، إذ إن الهدف هو أن يحسّن كل طالب مهارات التوقع لديه في مستوى التحدي القابل للتحقيـق المناسب له. وعليه، فإن الاحتفـاظ بسرّيّة الإجابات يعزز الفكرة التي تشير إلى أن الطلاب يعملون على تحسين مهاراتهم ليكونوا أفضل من زملائهم.

بعـد الانتهاء من وزن الحقائب جميعها وتوقّـع أوزانها، يعدّون جداول أو رسوماً لمقارنة الأوزان الحقيقية بتوقعاتهم لها بالترتيب نفسه الذي وُزنت فيه حقائبهم. ويوفر هذا النشاط خيـارات عدة فـي مستويات إتقان مختلفة؛ فالطلاب ذوو المستـوى المتدني يزوّدون بجداول مناسبـة للمقارنـة، في حين يمكن للطلاب ذوي المستويات العليـا اختيار شكل الجدول الذي يريدونه. ويتعين أن يتوافر في الجداول فراغات كي يكتب فيها الطلاب وزن كل حقيبة، وفراغات

بجانب الرقم الذي يمثل الوزن الحقيقي لكتابة توقعاتهم. وعندما يمثّل الطلاب بياناتهم على رسم بياني عمودي، يتعين عليهم مشاهدة أن أطوال الأعمدة تكون قريبة بعضها من بعض كلما زاد عدد الحقائب التي يزنونها.

ويمكن للطلاب المتفوقين استخدام عملية الطرح لإيجاد الفرق بين توقعاتهم والأوزان الحقيقية، ومن ثم تمثيل هذه الأرقام على رسم بياني خطّي (للحقائب جميعها) بكتابة رقم الحقيبة على المحور السيني، والفرق بين تخميناتهم والوزن الحقيقي على المحور الصادي، حيث يوضح المنحنى أنماط الدقة.

وعندما يقوّم الطلاب رسومهم البيانية المختلفة، يمكنهم مناقشة الأنماط الناتجة، وكيف مُثّلت في الرسوم البيانية المختلفة. لماذا تصبح ارتفاعات الأعمدة على الرسم البياني العمودي قريبة بعضها من بعض كلما أضفنا مزيداً من التوقعات؟ ولماذا يتجه الخط على الرسم البياني الخطّي إلى أسفل كلما أضفنا مزيداً من التوقعات؟ يمكن للطلاب متابعة النشاط، ومناقشة ما الذي يتوقعونه عند إضافة ثلاثة تخمينات على رسومهم، وأن يبينوا كيف استفادوا من النمط في توقع هذه النتائج.

أما تمرين الواجب المنزلي، فيمكن للطلاب أن يختاروا أشياء من البيت يمكنهم حملها ووضعها على الميزان، ثم إعادة تجربة وزن الحقائب باستخدام 5 إلى 10 أشياء، وتمثيل توقعاتهم والأوزان الحقيقية على الرسوم البيانية، ووصف ما يلاحظونه عن دقة توقعاتهم لأنهم اكتسبوا الخبرة بذلك. (ملاحظة: تأكد من وجود ميزان في منزل كل طالب قبل تعيين هذا الواجب المنزلي).

يتيح هذا النشاط فرصة للطلاب أن يحظوا بخبرة إيجابية وممتعة تولد لديهم الثقة في قدراتهم على التخمين. لذا، ستزداد رغبتهم مستقبلاً في استخدام التخمين في دروس الرياضيات وأنشطتها، وسيكونون أكثر راحة في المشاركة في الصف؛ لأنهم سيرون أن تخميناتهم «صحيحة» عندما تكون ضمن نطاق معين من الإجابات (فليس شرطاً أن تكون رقماً صحيحاً بعينه)، وهذا يولد لديهم شعور أنّ التخمين وسيلة آمنة للمشاركة. وإضافة إلى زيادة الراحة في المشاركة من خلال إدراك أن الجميع يرتكبون الأخطاء (أي أن تخميناتهم

ليست صحيحة دائماً)، سيرى الطلاب أنهم كلما تمرنوا أكثر تحسّنت مهاراتهم في التخمين. والهـدف الآخر، هو أن يدرك الطـلاب قيمة التخمين لأنه يساعدهم على اختبار ما إذا كانت إجاباتهـم منطقية أم لا. إن لحظـة «آها! أو وجدتها» يمكن أن تشجع على استخدام التخمين في كثير من الواجبات المنزلية والامتحانات في مبحث الرياضيات.

* **إستراتيجية: تخمين محيط الدائرة**

اختر مجموعة من الأشياء دائرية الشكل في الصف لتخمين محيطها ووضعها في ترتيب عشوائي،حيث سيرتب الطلاب فردياً أو في مجموعات صغيرة الأشياء حسب كبر محيطها من الأصغر إلى الأكبر بناءً على توقعاتهم. ومن ثم يختارون شيئاً (دائري الشكل) صغيراً ومتوسطاً وكبيـراً، ويستخدمون خيطاً أو يرسمون خطّـاً من نقطة المركز لتحديد المحيط. إذ يستطيع الطـلاب من خلال هذه الملاحظات أن يخمّنوا، ومن ثم يقيسوا بقية الأشياء، مقتفين بذلك تخميناتهم والقيم الحقيقية. لذا، ذكّرهم بتسجيل البيانات بالترتيب نفسه الذي يخمّنون فيه القياسات حتى يتمكنوا من رؤية نمط دقة تخميناتهم.

ويمكـن للطلاب أيضاً على نحو مـا ورد في الأنشطة السابقة، استخـدام الطريقة التي يفضلونها فـي مقارنة تخميناتهم بقياسات المحيط الحقيقية، ثم يرسموا رسماً بيانيّاً خطيّاً أو بالأعمـدة لإيجاد نمط ما. وعندما تجد أن الطلاب بدؤوا يتحسنون، اقترح على المتفوقين منهم استخدام الطريقة الأكثر تحديّاً، وهي أن يرسموا رسماً بيانيّاً أو جدولاً بعد جمع بيانات لنصـف الأشياء فقـط. ومن ثم يفكر كل طالب في كيفية استخـدام البيانات التي جمعها في تخمين قياسات النصف الباقي من الأشياء تخميناً ناجحاً. واقترح عليهم أن يسألوا أنفسهم الأسئلة الآتية:

- هل تخميناتي مبالغ فيها، أم أنها أقل من القيمة الحقيقية؟
- كيف يمكنني تعديل تخميناتي الآتية لتصبح أكثر دقة؟
- كيف اختلف النصف الثاني من الرسم البياني أو الجدول عن النصف الأول؟

- هل يمكنني استخدام الطريقة نفسها وتطبيقها على بقية الأشياء في الصف للحصول على تخمينات إضافية؟

يمكن استخدام هذا النشاط في تخمين محيط المربعات والمستطيلات وحتى الأشكال التي لها أكثر من أربعة أضلاع. وبدلاً من ذلك، يمكن للطلاب أن يتطوروا في مستوى التخمين لتخمين المساحات أيضاً، وذلك للحفاظ على إشراك الطلاب في تحديات ملائمة لهم. وسوف ترى النجاح في أنشطة التخمين هذه، فكلما أظهر الطلاب ثقة أكبر في المجازفة والمشاركة في مناقشات التحدي على نحو متزايد زادت مستويات راحتهم وتحصيلهم. وسيساعد تشجيعك الطلاب والتغذية الراجعة المستمرّة لهم على الشعور بالدعم والأمان والطمأنينة وإشراكهم في العمل، وسيدركون أن التغذية الراجعة التي قمت بها تعد أداة قيمة، وليست نقداً، وسيقدّرون أهمية استخدام المعلومات حول أخطائهم لتحسين تخميناتهم (إجاباتهم) في المستقبل.

سيجد الطلاب أن الأخطاء هي أدوات تعلم بصورة متزايدة، وهذا سيساعدهم على اتخاذ موقف أكثر ثقة وإيجابية تجاه الرياضيات والحياة. فالمجازفة (التخمين) وتحليل الأخطاء (نتائج الرسوم البيانية) والمثابرة في استخدام تحليل الأخطاء لمراجعة التخمينات، ستكافئ الطلاب في اكتساب مهارات عليا وتحقيق النجاح.

* إستراتيجية: الحدّ من الأخطار من خلال العمل في مجموعات صغيرة

حتى تحافظ على مشاركة الطلاب جميعهم في حل المسائل، قد ترغب في الطلب إلى مجموعة طلاب عرض إجابتهم قبل إخبارهم بالإجابة الصحيحة إذا كان ذلك ممكناً. ادعُ الطلاب الذين لا يتطوعون عادة للمشاركة؛ حيث إن العمل مع الأقران أو في المجموعات الصغيرة، يقدم دعماً قيّماً لهم لبناء ثقتهم بأنفسهم، ويتسنى لهم جميعاً المشاركة الفعالة، للتخفيف من التوتر. وعليه، تكون المشاركة التطوعية مريحة أكثر عند العمل مع الأقران لاكتساب الثقة حول دقة الإجابات التي يقدمونها.

نمذج عمل الأقران قبل أن تطلب إلى الطلاب العمل معاً، من خلال قيامك بالدورين بنفسك أولاً، ثم مع تلميذين آخرين تدرّبا على ذلك مسبقاً. ستظهر هذه النمذجة للطالب أن

طبيعة العمل في مجموعات ثنائية يهدف إلى حل المشكلات بصورة مستقلة، ومن ثم توضيح كل طالـب في المجموعة إجابتـه لزميله من أجل التحقق من صحتها، أو الحصول على تغذية راجعـة تصحيحيـة (منك أو من زميلـه). ويتعين على الطلاب أن يفهمـوا أن ليس المقصود مـن هذه الطريقة العمل مع الزملاء للوصول إلـى الحل معاً. وعندما يكون لكل طلاب إجابته الخاصـة، فعندئذٍ يمكنهم المقارنة بين إجاباتهم. فإذا كانت إجاباتهم متماثلة حتى لو كانت غير صحيحة، فسيشعر الطالب بالأمان لمعرفة أنه ليس وحده الذي ارتكب خطأً.

وإذا اختلف الطلاب في المجموعات الصغيرة أو الأقران حول إجاباتهم المستقلة، فسيتاح لكل فرد منهم توضيح فكرته، متبعين قاعدة عدم جواز مقاطعة أي شخص كلام زميله حتى ينتهي من حديثه. وفي النهاية، يمكن لهذا التمرين أن يرتقي إلى مستوى أعلى من تعليم الأقران، علـى ألا يخبر الطالب زميله ولا يظهر له طريقته في الوصول إلى الحل، ويسأله بدلاً من ذلك أسئلة تقوده إلى الحل الصحيح. إنّ الإعداد لعمل الأقران قبل وقت المناقشة الجماعية يزيد من الراحة والمجازفة والتعلم الفعّال من الأخطاء.

لتوسعـة النشاط، اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في مجموعات ثنائية لمراجعة الواجبات المنزليـة أو الأعمـال الصفية قبل أن تطلب إليهـم جميعاً المشاركـة، أو استخدم مراجعات الأقـران بوصفهـا مراجعة اختبارية؛ إذ تتيح المقارنة في المجموعـات الثنائية فرصة أخرى لزيادة التواصل اللفظي والثقة فيما يتعلق بالرياضيات عندما يقارن الطلاب في المجموعات الثنائية إجاباتهم بالتساوي، وكذلك عندما يحاولون إقناع بعضهم بعضاً لماذا تُعدّ إجاباتهم صحيحة من وجهة نظرهم.

يعمل الطلاب بصورة أفضل عندما يعملون في المستوى نفسه من التحدي القابل للتحقيق، الـذي يقلّل من احتمالية إخبار أحد الطلاب زميله بالإجابة بدلاً مـن الاستماع إليه، وإرشاده للوصول إلى الإجابة الصحيحة. ولمّا كان اختيار الزميل يرفع من مستويات الدوبامين ويقلّل مـن التوتر، فعليك أن تسمح لهم في بعض الأحيان باختيار زملائهم. وحتى يستطيع الطلاب الذيـن يعملون في مجموعات ثنائية ذات مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق العمل معـاً، من المفيد تعريفهم بمفهوم المسؤولية، أيّ أن كلّاً منهما مسؤول عن توضيح كيفية حل

المسألة، ويعرفان أنه يمكن أن يطلب إلى أحدهما حلها. إذا كان العمل في المجموعات الثنائية لإعدادهم للامتحان، وحقّق الطالب المتعلم دقة عالية بصورة ملحوظة في نوع المسائل التي روجعت في ذلك اليوم، فإن كلا الطالبين («المتعلم» و«المرشد») يحصل على نقاط إضافية، ممّا يبين الأهمية الحقيقية للعمل الناجح في المجموعات الثنائية، ويشجع الطلاب على حمل المهمة محمل الجدّ.

*** إستراتيجية: البحث عن طرائق متعددة**

تعـزّز المسائـل التي تُحل بطرائق متعـددة المجازفة والمشاركة، وتزيـد من اختيارات مستويات التحدي القابل للتحقيق، وتظهر الرياضيات على أنها عملية إبداعية. للتحقق من أن الطلاب قد اختبروا الأداة القيمة للنظر في الخيارات المتعددة، واستخدام التفكير المنطقي فـي اختيار الطريقة الفضلى (بالنسبة لنقاط قـوة تعلمهم أو نوع المسألة)؛ وضّح لهم أنك لا تريـد منهم الإجابة عن المسألة بل طرق حلها، والأسباب التي جعلتهم يعتقدون أن طريقة ما هي الأفضل.

والخطوة الأولى هي استخدام الكتابة أو من خلال الأمثلة لبيان أن هناك طريقتين للوصول إلـى الحل على الأقلّ. قد يكـون لدى الطلاب، بناءً على مستوى التحدي القابل للتحقيق، وقت أو إدراك لطريقـة واحـدة فقط. ولكن هذه الإستراتيجية ستبقى تعمل لصالحهم لأنهم – في حيـن يكتب طلاب آخرون عن طريقتين على الأقـل– لن يشعروا بالاستعجال. ثم أخبر هؤلاء الطـلاب مسبقاً وعلى انفراد أنهم لن يكونوا تحت الضغط هذه المرة ليجدوا حلولاً عدة؛ لأن هدفهم الحالي هو إتقان المفهوم أو العملية التي وضعتها لهم في خطة الأهداف الموسّعة.

قُل لطلاب الصف: «لا أريد منكم هذه المرة أن تخبروني عن الإجابة الصحيحة، بل ما الـذي يمكن أن تفعلوه لحل المسألة فقط». بعد أن يوضح الطلاب الطرائق التي استخدموها، اطلـب إليهم إيجاد طرائق أخرى دون أن تخبرهـم أيها صحيح. وكي تحافظ على مشاركتهم جميعـاً، اطلـب إليهم أن يناقشوا الطرائق التي فهموها أو اتفقـوا عليها، وعند اختبار الطرق

المختلفة للوصول إلى الدقة، يمكن أن يستمر الحوار بحيث يتحدث الطلاب عن سبب اعتقادهم أن طريقة ما أفضل من الأخرى.

مثلاً، إذا كانت المسألة هي إيجاد جواب لحاصل 6 × 8، يمكن أن يقترح الطلاب ثلاثة خيارات، هي: حفظ جدول ضرب العدد 6، أو معرفة أن حاصل 8 × 5 = 40 وإضافة 8 ليصبح الجواب 48، أو إضافة عمود من ست ثمانيات. وعند إتاحة الفرصة للطلاب أن يختاروا بأنفسهم طريقــة من طرائق عــدة أجمعوا على صحتها، ودعمت اختيارهم هــذا، فإن ذلك سيزيد من مستوى راحتهم. وتبني هذه الطريقة أيضاً لدى الطلاب المنطق الرياضي، والحدس، ومهارات التفكير المتضمنة في مواد دراسية أخرى، وحل مشكلات الحياة الواقعية.

وهناك مثال آخر، وهو سؤال الطلاب: أيّ كسر أكبر: $\frac{2}{5}$ أم $\frac{3}{7}$؟ شجع الطلاب على رسم رسوم بيانية، أو استخدام أي أداة من الأدوات الرياضية في الصف (مثلاً، الوسائل المحسوسة، المساطر، ورق الرسم البياني). ومن المحتمل أن تتطابق إجابات الطلاب مع نقاط قوة تعلمهم. فقد يستخدم المستكشفون ثلاث وسائل يمثّل كلّ منها $\frac{1}{7}$ المجموع نفسه، ومقارنة الحجم بقطعتين تمثّلان $\frac{1}{5}$. وأما قرّاء الخريطة (الذين يجيدون قراءة المسألة ورموزها وفهمها) فقد يرسمون دائرتين أو مستطيلين متماثلين في الحجم على ورق الرسم البياني، وتقسيم إحداهما إلى خمسة أجزاء والأخــرى إلــى سبعة، وتلوين جزأيــن من الأولى وثلاثة من الأخرى، ومــن ثم مقارنة الأجزاء الملونة بعضها ببعض.

قد يجد الطلاب الذين أتقنــوا مستوى مفاهيميّاً عالياً بالكسور الاعتيادية المتكافئة أن مقاماتهــا متشابهة. والطلاب الآخرون الذين يفهمون أن الكســور تمثّل القسمة، قد يقسمون البسط على المقام في كلا الكسرين ليعرفوا أي الحاصلين أكبر. وتتضمن الخيارات الأخرى رســم خطّي أعداد حتــى يستطيع الطلاب تقسيم خــط الأعداد بالتساوي، وبدقــة إلى سبعة أجزاء، والآخر إلى خمسة أجزاء. وقد يحسب الطلاب الذين يميلون إلى التخمين أي الكسرين الاعتياديين أقرب إلى واحد صحيح.

سيــدرك الطلاب، عند وجود خيارات كثيرة ومسألة لا تتطلب إجابة بعينها، أنهم إن لم يستطيعــوا تذكّر قاعدة معينة، فعندئــذٍ يمكنهم ابتكار طريقة واستخدامها في المقارنة. كما

أن هـذا المنحنى يعزّز لدى الطلاب أهمية معرفة المفاهيم المساندة كي لا يتعثروا عندما لا يتذكرون الخوارزمية–وهي إجراءات حفظها الطلاب، ويمكنهم استرجاعها، وليس بالضرورة فهمهـا. والرسالـة المهمة المتعلقة بالمسائل التي تُحل بطرائق عـدّة هي أن المشاركة ليست محصـورة فقط في الطلاب الأسرع حلاً، أو الذين يكونون دائماً على صواب، لأنك تؤكد على أهميـة وجود طرائق مختلفة للتعامل مع المسألة وليس المسألة التي لها حل واحد فقط. فإذا ابتكـر الطالب طريقة صحيحة للوصول إلى الحـل، وارتكب خطأ حسابيّاً فيها، فإنه ينبغي أن يكـون محل التقدير لدقة تفكيره. ويمكنك استخـدام هذه الطريقة وتوضيح كيف أنها طريقة ناجحة إن صُحّحت عملية الجمع أو الطرح، وإثبات ذلك من خلال استخدامها في حل مسألة مشابهـة بأرقام مختلفة. وسيشعر الطالـب الذي اقترح هذه الطريقة بمكافأة الدوبامين على طريقته الصحيحة؛ لأنه أدرك أنها تنتج الكثير من الإجابات الصحيحة. إضافة إلى أن الطالب اكتشف مفهوماً أو فكرة إبداعية تخصّه، واكتشف أيضاً أداة مفيدة.

*** إستراتيجية: استخدم المسائل التي لها أكثر من إجابة صحيحة**

المسائل التي لها إجابات صحيحة عدة هي مسائل ممتعة للطلاب سواء عملوا على هذه المسائل منفردين أو في مجموعات ثنائية، أو في مجموعات صغيرة؛ حيث يستطيعون توضيح حلولهم المختلفة لزملائهم. ويقلّل هذا المنحنى من الشعور بالسلبية تجاه ارتكاب الأخطاء؛ لأن الطلاب يعلمون أن بإمكانهم استخدام نقاط قوة تعلمهم، والإستراتيجيات التي يستطيعون تذكّرهـا، والحقائق التي حفظوها عن ظهر قلب، ومن ثم يتأكدون من صحتها بمساعدة أحد زملائهم قبل أن يشتركوا فيها مع بقية أفراد الصف أو المجموعة. وتتيح هذه المسائل أيضاً التحدي القابل للتحقيق؛ لأن الطلاب الذين يهتدون إلى طريقة واحدة يُطلب إليهم الاستمرار فـي العثور على أكثر ما يستطيعون. لذا، يشعـر الطلاب الذين يحتاجون إلى مزيد من الوقت بالراحة؛ لأنهم يعلمون أنهم لن يكونوا آخر من ينتهي من العمل.

مثلاً، تشجع لعبـة تسمى «هـذه ليسـت ...» الحلول المتعـددة، حيث تُمارس فـي بيئة مريحة تشجع على الإبـداع. إذ يمـرّر الطـلاب شيئاً ما–مثل لعبـة هاتـف– ويقولـون: «هـذه ليسـت ...». ويسمّـي الطـلاب الصغـار شيئـاً ليـس لعبة هاتـف (مثـلاً، «هذا ليـس قلماً»).

أما الطلاب الكبار فيكملّون بقولهم: «هذه ليست لعبة هاتف، إنه ...»، ومن ثم يعبّرون بالإشارة عن الشيء الذي يدّعونه أنه لعبة هاتف، وربما يكون فأرة الحاسوب أو مجفّف الشعر. ويمكن للطلاب أخيراً تسمية الشيء الذي يخمّنونه. وتساعد الألعاب المشابهة لهذه اللعبة الطلاب على الشعور بالراحة، مع وجود نوع من الغموض، واكتساب الثقة في التحدث حين يكون ذلك مناسباً.

إن أهم نشاط تعلمي في الرياضيات أو أي مادة أخرى هو المشاركة؛ لأنها بطبيعتها تجعل المرء منفتحاً على ارتكاب الأخطاء، غير أن الدماغ يتعلم عبر إعادة بناء الشبكات العصبية التي تقوم بالتخمينات غير الصحيحة. إن ممارسة هذه اللعبة تسمح للطلاب بالمشاركة دون خوف من ارتكاب الأخطاء، وهذا بدوره يبني تدريجيّاً الثقة للمشاركة حتى لو كانت الإجابة غير صحيحة.

* إستراتيجية: التعلم من الأخطاء

من أكثر الطرائق فعالية لتخفيف الشعور بالخوف لدى الطلاب من ارتكاب الأخطاء هي نمذجة الطريقة التي تعلّمتَ بها أنت من أخطائك. وعندئذ يمكنك توضيح كيف يمكن أن يتعلم الطلاب من الأخطاء التي ترتكبها عن قصد، وعندما يكون الطلاب مستعدين للتفكير في، وليس الرد على، السلبية تجاه الأخطاء، يمكنك إرشادهم ليتعلموا من أخطائهم الخاصة.

تهدف الإستراتيجيات في هذه الفئة إلى تخفيف ردّ الفعل العاطفي المبالغ فيه الذي يتملّك الدماغ بخصوص السلبية تجاه الأخطاء، من خلال مساعدة الطلاب على استرجاع ذكريات المثابرة المحفّزة، ومن ضمنها المثابرة من خلال الأخطاء، وبناء القدرة لدى الطلاب على تحمل ارتكابها، وخفض القلق الزائد المرتبط بهذه الأخطاء. وتشجيعهم على الوصول إلى التحديات القابلة للتحقيق. وتساعد هذه الإستراتيجيات ونمذجتك لها الطلاب على فهم قيمة الأخطاء.

ابدأ النقاش بعبارة أو سؤال مثل، «هل يفضّل عازف الجيتار عمل الألحان بالأوتار فقط عندما يتقن العزف على مجموعة منها؟»، ومن ثم شجع النقاش حول الذكريات الشخصية المتعلقة بالأخطاء التي أدّت إلى النجاح والمتعة: «هل يمكن أن تصف موقفاً واصلت المحاولة فيه

على الرغم من إحساسك بالاستسلام؟» «كيف تعلمت لعب كرة القدم بهذه الطريقة الجيدة؟»، «هل ما زلت تستمتع بمسارات التزلج على الجليد المخصصة للمبتدئين مع أنك محترف، أم هل تبدو لك مملّة؟»

سيذكّر هذا النقاش طلابك فور اكتسابهم مهارات في ممارسة الرياضة، أو العزف على آلة موسيقية، أو اللعب بألعاب الفيديو، أن بقائهم في المستوى نفسه يجعلهم يشعرون بالملل. وأنهم ارتكبوا أخطاء عندما قبلوا التحدي للارتقاء إلى مستويات أعلى. لكن ارتكابهم للأخطاء قلّ تدريجيّاً، واستمتعوا بممارسة الأمور بمهارة أفضل من خلال بذل الجهد والتمرينات. وعندما يربط الطلاب هذا بالتحديات في مبحث الرياضيات، فإنهم سيفهمون أن الأخطاء هي أمر طبيعي في تحسين المهارة في الرياضيات، كما هو الحال في إتقان لعبة فيديو جديدة، أو مهارة رياضية البدنية.

ستقّل من خوف طلابك من ارتكاب الأخطاء عندما تساعدهم على إدراك أنهم عندما يشعرون بالإحباط أو الحرج من الأخطاء، فإن أدمغتهم تعمل جيداً، وتعيد بناء المسارات العصبية مما يزيد من ذكاء الدماغ مستقبلاً في الإجابة عن الأسئلة. فمثلاً، إذا حدّد خطأ في الواجب المنزلي، أو في أثناء المشاركة في الحصة، فقد يصاب الطالب بالإحباط، ولكن من دون هذه الاستجابة لن يتحفز الدماغ لإعادة برمجة مسار المعلومات غير الصحيحة، مما يجعل الطالب يرتكب الخطأ نفسه مرة أخرى.

ومما لا شك فيه إن ارتكاب الأخطاء أمام الآخرين أمر يبعث على التوتر عند معظم الطلاب، إلاّ أن بناء الفهم الصحيح يتحقق من خلال إدراك الأخطاء بالقدر نفسه من إعادة تكرار حفظ الإجراءات عن ظهر قلب. إن أكثر بيئة صديقة للدماغ هي تلك التي تشجع على المشاركة، وتُصحح افتراض أن ارتكاب الأخطاء يعني أنك لست ذكياً. ويمكن دمج العقلية الواسعة الإيجابية في ثقافة الصف باستخدام الإستراتيجيات المذكورة في هذا الفصل، من أجل زيادة المشاركة وتقليل الشعور بالقلق تجاه ارتكاب الأخطاء، وبناء ثقة الطلاب في قوة الدماغ العظيمة ليصبحوا أكثر ذكاءً بسبب الأخطاء.

هل يمكنك تغيير مستوى ذكائك؟ نعم تستطيع!

«يستطيع كل إنسان، إن أراد، «نحت» دماغه كيفما شاء».

د. سانتياغو رامون كاخال Santiago Ramón y Cajal- طبيب إسباني حصل على جائزة نوبل عام 1906.

عندما التحقتُ بكلية الطب وأصبحت طبيب أعصاب، لم أكن أعلم أنني سأصبح معلماً فيما بعد، وأكتب عن إستراتيجيات التدريس المستندة إلى أبحاث الدماغ. وفي النهاية، أصبحت العلاقة بين هاتين المهنتين واضحة، ولكني أدركت بعد سنوات عدة أن طلابي سيستفيدون من فهمهم «كيف تتعلم أدمغتهم»، وأنه يمكن استخدام هذه المعرفة لتمكينهم ذاتياً.

ربما أتى طلابك إلى الصف مفترضين، على الأرجح، أن تعلم الرياضيات بسرعة هو علامة على الذكاء الطبيعي غير القابل للتغير، وأنه ليس بإمكانهم تغيير قدرات أدمغتهم الموروثة. قد يكون لهذا الافتراض آثار بعيدة المدى؛ فالطلاب الذين يعتقدون أن تعلم الرياضيات له علاقة قوية بالقدرات الفطرية يكونون أقل إصراراً عند قيامهم بالمهام المعقدة، مقارنة بأقرانهم الذين يعتقدون أن بذل الجهد أمر مهم جداً (U.S. Dept. of Education, 2008).

يعتقد الأطفال، مثل كثير من الكبار، خطأً أن الذكاء محدّد بالجينات، وأن بذل الجهد لن يغير كثيراً في قدراتهم كي ينجحوا أكاديمياً، ولاسيّما عندما يعتقدون أنهم «ليسوا أذكياء» ولا شيء يمكن أن يغيّر ذلك، فإن إدراكهم أنهم قادرون فعلاً على تغيير أدمغتهم من خلال إستراتيجيات المذاكرة والمراجعة يشعرهم بالتمكين. وأنا أرى هذا الإحساس نفسه بالتمكين

ينمو عند مرضى الأعصاب الذين يعانون من أثر الوظيفة المفقودة (lost function)[1] نتيجة لصدمات أو أمراض في الدماغ. ومن خلال التمرّن - بدءاً بتصور حركة الطرف المشلول، أو من خلال تخيل أنفسهم يتحدثون-يستطيع المرضى استعادة هذه الوظائف؛ إذ تسمح مرونة الدماغ العصبية ببناء شبكات عصبية جديدة حيث تتولى المناطق السليمة في الدماغ أداء الوظائف التي كانت تؤديها سابقاً المناطق المصابة.

دراسة الدماغ

تتولد الدافعية لدى الطلاب فينشطون حين يدرسون المرونة العصبية (neuroplasti-city)، ويشاهدون أدلة على تغييرات الدماغ من خلال صور المسح الدماغي، ويرون، من خلال القيام بتمرينات كثيرة، نتائج أعمالهم عندما تكون **الخلايا العصبية التي تنشط معاً ترتبط معاً**. ويتعلمون أيضاً بسرعة أن تحفيز دائرة عصبيةٍ ما حاملة للمعلومات يجعلها أقوى من ذي قبل.

* إستراتيجية: علّم دروساً من «دليل صاحب الدماغ»

يعتقد الطلاب في نظم التعليم الرسمي التي تربط نتائج الامتحانات، وليس التحسن في المستوى، بتمويل المدرسة، أن الإجابات الصحيحة أكثر أهمية من الأسئلة أو من الفهم. وعليه، يفقد الأطفال فضولهم الطبيعي وحماسهم. وفي النهاية، يتنامى الشعور لدى بعضهم بالملل وعدم الجدوى، والشعور بطول الوقت الذي يقضونه في المدرسة، ويكرهون الواجبات المنزلية.

إن إعطاء الطلاب دروساً من دليل صاحب الدماغ the Brain Owner's Manual (انظر الملحق ب) يزيد من ثقتهم في أنهم قادرون على تغيير قدراتهم وذكائهم في الرياضيات بصورة شاملة؛ حيث تؤدي زيادة فهمهم طريقة تعلّم الدماغ إلى زيادة التحكم في تعلّمهم الذاتي وزيادة الدافعية.

---

1) فقدان الوظيفة أو (الشلل الرخو) هو شلل العصبون المحرك السفلي الذي ينشأ من الحبل الشوكي أو من إصابة الأعصاب المحيطية مما يعيق وصول المنبهات العصبية إلى العضلات المصابة، فيتوقف عملها أو وظيفتها - المراجع.

يوفر «دليل مستخدم الدماغ» معلومـات للتربويين يمكنهم استخدامها ليبيّنوا لطلابهم كيف تتعلم أدمغتهم، وكيف تتذكر، وكيف تنمو. وعند تزويد الطلاب بهذه المعلومات، سيدركون أن بإمكانهـم اختيار كيفية تطويـر أدمغتهم وقوة تركيزهم وذاكرتهـم، ويمكنهم أيضاً وضع الأهداف التي يعتقدون أنهم قادرون على تحقيقها؛ لأنهم تعلموا كيف يمكنهم تغيير ذكائهم، وامتلاك القدرات التي يرغبون فيها.

عندمـا يوجه المعلمون طلابهم من خـلال الدماغ، فإنهم يقدمون لهـم هديّة الدافعية والتفاؤل. يفهم الأطفال أن الواجبات المنزلية والمراجعة الصديقة للدماغ تغيّر من أدمغتهم لأن التمرين يؤدي إلى ديمومة الأفكار، وأن المهارات العقلية تنمو تماماً كما تنمو عضلات الجسم بالتمرين. كما يستمتع الطلاب أيضاً بالتعلم عن أروع عضو من أعضائهم، ويشعرون بالسرور عندما يكتشفون أن لديهم القدرة ليصبحوا أذكياء وماهرين تماماً كما يرغبون في المدرسة، والألعاب الرياضية، والفنون البصرية، والمواقف الاجتماعية.

فـي بداية العام الدراسي، أحبّ أن أسأل طلابي صغار السن فيما إذا كانوا يعتقدون أن بإمكانهـم تغيير أدمغتهم، وأعرض عليهم صور الرنيـن المغناطيسي الوظيفي لأشكال أدمغة لأشخاص قبل تعلمهم العزف على الآلات الموسيقية وبعده. ويشاهد طلابي زيادة في كثافة روابط الخلايا الدماغية ونشاطها في مناطق الدماغ التي تتحكم في العضلات وتنسيق الاستجابات المستخدمـة في أثناء الحـركات الرياضية والعزف على البيانو. ويجعلهم هذا الدليل المرئي يستنتجون أن بإمكانهم تغيير أدمغتهم.

لتبديد الأفكار التي تقول أن لا فائدة من بذل الجهد لأنهم محدودون بالذكاء الذي وُلدوا به، أخبر طلابي الكبار أن لدى البشر بين 30 ألف و40 ألف جين وراثي، أيّ – بزيادة قدرها 10 آلاف جيـن فقط عن الدودة. وأسألهـم: ما الذي يمكن أن تعنيه هذه الحقيقة عن دور الوراثة مقابل دور البيئة؟ وعندما يفهم الطلاب كيف تتعلم أدمغتهم، تتولد لديهم الدافعية للعمل.

فـي المرحلتيـن؛ الابتدائيـة العليـا والمتوسطـة، أدرّس طلاّبـي مرشحـات الدمـاغ "brain filter" التي تحدد المعلومات التي تصل إلى منطقة التفكير العليا في أدمغتهم (قشرة الدماغ الأمامية)، وكيف يمكنهم التأثير بوعي في هذه المرشحات. يدرس الطلاب التغييرات

التي تحدث في أدمغتهم من خلال المرونة العصبية. لذا أعرض عليهم صور المسح الدماغي، ونرسم معاً رسوماً بيانية، ونشكّل نماذج من الصلصال للروابط بين الخلايا العصبية التي تنمو حين نتعلم معلومات جديدة. وقد اعتدت أن أسمّي ملخصات دروسهم «بالتفرعات»- أيّ التفرعات الشجرية "dendrites"، وهذا تلاعب بالكلمات، حيث يتعلّم الطلاب أن الشجريّة تركيب يشبه الأغصان يتفرع من الخلية العصبية. كما نناقش كيفية نموّ المزيد من التفرعات الشجرية عندما يراجع الطلاب المعلومات، وينالون قسطاً كافياً من النوم. وأرسل أيضاً مع الطلاب إلى البيوت صور مجهر إلكتروني تُظهر نمّو التفرعات الشجرية والوصلات العصبية، وأطلب إليهم شرح هذا الجانب من التشريح العصبي لأفراد عائلاتهم، ومن ثم تدوين ردود أفعالهم.

وأستخدم التشبيهات من دروس الرياضة والموسيقى والرقص، في مناقشاتي مع الطلاب عن كيفية تنمية مهاراتهم بصورة أفضل كلما تدربوا أكثر، كالتدريب على ضربة في كرة السلة مثلاً، وكيف يتحسّن أداؤهم في عزف الجيتار، أو الرقص الشعبي كلما تدرّبوا عليها. ثم نربط ذلك بالرياضيات، فنوضح أن أدمغتهم تستجيب بالطريقة نفسها عندما يتدربون على حقائق عملية الضرب، أو يعيدون قراءة فقرات غير واضحة في كتابٍ ما؛ لأن التمرين يصنع الديمومة من خلال المرونة العصبية وتكوّن «الميالين» "myelination". (تكوّن الميالين هو عملية تلتف فيها طبقة سميكة من الميالين العازل حول أكثر المحاور العصبية نشاطاً. ويزيد الميالين من سرعة انتقال المعلومات على طول الروابط بين الخلايا العصبية، وفعالية استرجاع المعلومات المخزّنة في الشبكة العصبية).

يتحمّس طلابي، بصورة خاصة، لجهاز "RAD"[1] في أدمغتهم. فهم يدرسون النظام الشبكي المنّشط، واللوزة العصبية، والدوبامين، مما يتيح لهم فرصة اكتشاف أن جهدهم وتركيزهم العاليين يحدّدان المعلومات التي تصل إلى أدمغتهم التأملية «المُفكّرة». فمثلاً، يكتشفون أن بإمكانهم تذكّر الأحداث التاريخية بصورة أفضل عند إرشادهم لتصوّرها أو تمثيلها.

---

1) RAD اختصار لثلاث مفردات بالإنجليزية هي المنشط للتكوين الشبكي و(Recticular Activating System) والاتجاه (اللوزة العصبية) (Reach Amygalda) Attitude والإفراز (الدوبامين) (Dopamine)Develop -المراجع.

وعندما يواجه الطلاب صعوبات في الاستيعاب، يمكنك أن تذكّرهم بوضوح أن الدماغ ينمو أقوى نتيجة لبذل الجهد والتمرين، وأن فهم المادة، وحل المسائل سيصبح من السهل مع مرور الوقت ومضاعفة الجهد. وعندما يفهم الطلاب أن التمرين يؤدي إلى رسوخ المعلومات من خلال المرونة العصبية، تصبح لديهم دافعية للدراسة والتمرّن.

الاقتباسات الآتية هي تعليقات كتبها الطلاب بعد انتهاء الفصل الدراسي الأول، الذي ضمنته «توقفات» في دروسي (وهي إستراتيجية ذكرتها في الفصل السادس) و«تفرعات»، ودمجت «علم الأعصاب» في دروس الرياضيات.

أتخيل الخلايا العصبية تنشئ روابط في دماغي عندما أدرس، وأشعر أنني أغيّر دماغي عندما أتعلم شيئاً وأفهمه وأراجعه.

إيميلي Emily – الصف السابع

إذا استخدمت القشرة الدماغية الأمامية لأعالج ذهنياً ما تعلمته، فستنمو التفرعات الشجرية والوصلات العصبية، وسأمتلك ما تعلمته مدة طويلة جداً من الزمن. لذا، فإنني لن أضطر إلى أن أتعلم الكسور من جديد في كل سنة.

كوري Cory – الصف السابع

يمكنني أن أصبح أذكى إذا ركزت، وتمرنت، واستخدمت نقاط قوتي. فعندئذ، تزداد قدرتي على تنمية روابط الدماغ، وتعزيز دوائر الذاكرة لأصبح ذكيّاً. لذا، فكلما تمرنت أكثر، ازدادت هذه الروابط قوة فأزداد ذكاءً. إنه شعور رائع أن أعرف أن لديّ القدرة لأصبح ذكيّاً. وقد اكتشفت أنه عندما تنمو لديّ الزوائد الشجريّة ومنطقة التشابك العصبي يمسي التعليم أسهل، ولا أشعر بالضياع والتشتت في الصف.

ميتش Mitch – الصف الخامس

لم أكن أعرف أنني أستطيع تنمية دماغي. والآن أعرف نمّو التفرعات الشجرية عندما أدرس، وكذلك عندما أفكر في مشاهدة التلفاز، أو دراسة ملاحظاتي وتصحيح أخطاء الواجب المنزلي. لذا، اقتنعت أن لديّ القدرة على بناء خلايا الدماغ إذا عملت. وعلى الرغم من أنني أرغب في مشاهدة التلفاز، فإنني أقرر أن أقوم بالعمل كي يزداد ذكائي. ليس الأمر ممتعاً دائماً، ولكنه ينجح. لذا، فهو يستحق كل هذا العناء.

بايج Page – الصف الثامن

لتكوين فكرة عن كيف غيّرت هذه الأساليب من طريقة طلابي في التعلم والدراسة، تتبعت تعليقات الطلاب الذين حافظوا على علامات مدرسية جيدة، وكتبوا تعليقات مقنعة حول كيفية مساهمة معرفتهم عن الدماغ في تشجيعهم وتمكينهم. وطلبت إلى المعلمين الآخرين إعطائي نسخاً من علاماتهم قبل إنهاء دروس التوجيهات الدماغية وبعدها. لم تكن هذه تجربة موجهة أو متحكم بها بالتأكيد، ولكن نتائجها تستحق الذكر. لقد وجدت أن علامات الطلاب الذين عبّروا عن مشاعر إيجابية حول قدرتهم على إجراء تغييرات في أدمغتهم، قد تحسّنت بصورة عامة، وأنهوا واجباتهم بصورة أكثر انتظاماً من ذي قبل، وازدادت مشاركتهم في النقاشات، وازدادوا طلباً للمساعدة لتعرّف أخطائهم التي ارتكبوها في الامتحانات أو الواجبات المنزلية في مادتي والمواد الأخرى.

*** إستراتيجية: اكتشف: «كيف يعمل الدماغ بصورة أفضل»**

دع طلابك يوجدوا «أدلة صاحب الدماغ» خاصة بهم؛ ليعبروا عن فهمهم بطريقة ذات معنى. إذ يمكن للأنشطة المتنوعة أن تساعد على جعل العمليات الذهنية ملموسة للطلاب الصغار. فمثلاً، يمكن للطلاب أن يمسكوا بأيدي بعضهم بعضاً، ويشكّلوا حلقة، ويلعبوا دور النبضات الكهربائية التي تنتقل من المحاور العصبية (أيديهم اليمنى) إلى الخلايا العصبية (أجسامهم)، ومن ثم إلى المحور العصبي التالي (عبر أيديهم اليسرى). بعد ذلك، يمكنهم تشكيل نماذج من الطين، أو تخطيط رسوم بيانية للتفرعات الشجرية، والتشابك العصبي، والمحاور العصبية.



المادة الرمادية

المرونة العصبية

ارتبط فقدان حاسة البصر بتحسن الأداء للمهام غير البصرية، مثل حساسية اللمس، وتحديد المكان عن طريق الصوت. وتشير أدلة البحوث إلى أن هذه المكتسبات الجديدة مرتبطة بتطويع القشرة البصرية – التي تعمل في العادة استجابة للمدخلات البصرية فقط– لمعالجة المدخلات غير البصرية.

ولدراسة هذه الفرضية، وضع الباحثون (Merabet et al., 2008) أفراداً مبصرين في حالة حرمان بصري كامل مدة خمسة أيام، ثم أخضعوهم لبرنامج تدريبي مكثف لمسي على طريقة بريل. وبعد انقضاء خمسة أيام، كان أداء الخاضعين للاختبار المعصوبي الأعين أفضل في مهمة تمييز الحروف بطريقة بريل مقارنة مع المجموعة الضابطة (غير معصوبي الأعين) الذين حصلوا على التدريب نفسه.

وقد أظهرت صورٌ متسلسلة صُوِّرت بالرنين المغناطيسي الوظيفي لمجموعة الأشخاص الذين عُصبت أعينهم زيادةً في نشاط خلايا الدماغ في القشرة البصرية استجابة لمثيرات اللمس. واختفت هذه الزيادة في شدة الإشارة بعد 24 ساعة من نزع عصبة العينين. وتشير الدراسة إلى أن الحرمان البصري الكامل عند الأفراد المبصرين يمكن أن يؤدي إلى تغييرات عميقة، ولكنها متقلبة بسرعة في المرونة العصبية، حيث تعمل القشرة البصرية على معالجة المعلومات غير البصرية.

وتشير الطبيعة السريعة والمتحركة للتغيرات التي لوحظت إلى أن للقشرة البصرية القدرة على القيام بوظائف أخرى—وكانت في هذه الحالة وظيفة اللمس—، وأن هذه الوظائف الكامنة أو المختبئة في الحالة الطبيعية لدى الأفراد المبصرين اكتشفت من خلال الحرمان البصري. ويظهر الكشف عن هذه الشبكات العصبية غير المستخدمة والموجودة مسبقاً أنها يمكن أن تنشط عند الحاجة، ويمكن أيضاً أن تتطور إلى دوائر عصبية دائمة إذا استمر فقدان البصر؛ (Merabet et al., 2008).

وبدلاً من إرسال الرسالة المعتادة في بداية العام الدراسي مع الطلاب حول وجود مكان هادئ لأداء الواجب المنزلي والنصائح الأخرى المتعارف عليها، أطلب إلى طلابي القيام بالتجربة بأنفسهم. وأعيّن الواجبات المنزلية للأسابيع القليلة الأولى، مقرونة بشروط معينة يلتزمون بها لأداء هذه الواجبات، وأطلب إليهم اقتراح بنود أخرى لهذه القائمة. والحالات المعتادة هي على النحو الآتي: مع إرسال الرسائل النصيّة أو دونها، وجود استراحات متكررة لتناول الوجبات الخفيفة، وجود استراحات مخطط لها لأداء التمارين الرياضية، العمل جلوساً على السرير أو على المكتب، أداء الواجبات في وقت مبكر أو متأخر، دراسة المادة كلها دفعة واحدة أو مراجعة أقسام صغيرة منها في كل مرة. ويكتب الطلاب في كل يوم الوقت الذي يبدؤون فيه حل واجبات الرياضيات وينتهون منه (يساعد أولياء الأمور الطلاب الصغار على تسجيل الوقت)، ويكتبون أيضاً عن الظروف المتغيرة التي غيّروها، وعن أدائهم في امتحان قصير يتضمن أسئلة مأخوذة من مسائل الواجب المنزلي لليوم اللاحق، ثم يجمعون البيانات الخاصة بهم، ويقارنون النتائج التي توصلوا إليها بتلك التي جمعناها من الصف كله، ثم

يضيفـون بياناتهم إلـى «دليل صاحب الدماغ»، ويكتبون رسائـل لإرسالها إلى عائلاتهم حول أفضل الظروف التي ينفّذون فيها الواجب المنزلي. المقتطفات الآتية هي أمثلة قليلة لرسائل حقيقية كتبها الطلاب:

> لقد جرّبت وأعرف أنني أركز بصورة أفضل، وأنهي عملي بسرعة، وأتذكر أكثر إذا لم أرسل رسائل قصيـرة، أو أشاهـد التلفاز في أثناء حل الواجب المنزلي. أعلم أنني بحاجة إلى تنظيم استراحات (توقفـات قصيـرة كل 20 دقيقة لمدة خمس دقائـق) لكي أُنعش الدوباميـن. والآن، أجيب بطريقة صحيحة حتى عن المسائل الصعبة؛ لأنني لا أصاب بالإحباط عندما لا أفهم أمراً ما. لقد كان الأمر ناجحاً معي في البيت، والآن نجح معي وقت الامتحان.
>
> راندي Randi – الصف السابع

> قبل أن أبدأ، أحاول التخلص من المشتّتات؛ كي يستطيع الجهاز التنشيطي الشبكي التقاط المعلومات المهمة.
>
> غابي Gabe – الصف الثامن

> أتخيـل الخلايـا العصبية وهي تكوّن روابط في دماغي، وأشعر أننـي أتعلم شيئاً. وفي كل مرة أفكر فيها أنني لا أرغب في الدراسة ، أقول لنفسي: لا، فدماغي لن يكوّن روابط جديدة.
>
> ماريو Mario – الصف الخامس

التقليل من السلبية من خلال تحسين البيئة الصفية

وصفت الفصـول الأولى من الكتاب مجموعة معينة من الإستراتيجيات المتنوعة لتقليل المواقف السلبية تجاه الرياضيات، ومساعدة الطلاب على زيادة ثقتهم في قدرتهم على النجاح فيهـا. وسنناقش في هـذا الفصل إستراتيجيات إضافية تشدّد علـى البيئة الصفية الواسعة، لتوفير بيئة مناسبة «للأدمغة المتغيرة» وتحسين الذكاء. تتضمن هذه الإستراتيجيات ممارسة أساليب الاسترخـاء، واستخدام الفكاهة والمرئيات والقصص، وإنشاء علاقات إيجابية بين الطالب والمعلم.

* إستراتيجية: مارس أساليب الاسترخاء

إن وصف كثير من الأنشطة المفيدة التي يمكنك استخدامها في الصف كي تساعد الطلاب على اكتساب مهارات تهدئة النفس واليقظة المركّزة، هو خارج نطاق هذا الكتاب. وستجد عدداً من هذه الأنشطة التي وضعتها من خلال عملي مع مؤسسة هاون على موقع المؤسسة الإلكتروني (www.thehawnfoundation.org)، والأنشطة البسيطة أيضاً مثل تخصيص وقت للتعليم والتدريب على التنفس الحاجزي أو البطني "diaphragmatic breathing"، واستخدام التخيّل لتقليل حدة القلق، وجعل الطلاب يتذكرون أسعد أيام حياتهم، قبل حل المسائل الرياضية أو أداء الامتحان؛ لأن ذلك سيحقق نتائج مرضية.

* إستراتيجية: أدخل الفكاهة والصور والقصص إلى الرياضيات

لإدخال الفكاهة إلى الرياضيات في صفوفي (ومن ثمَّ زيادة مستويات الدوبامين في أدمغة طلابي) أستخدم القصص، أو أرسم الصور، أو أعلق رسوماً فكاهية تتعلق بالرياضيات تمثل تلك المأخوذة من كتاب «ما المضحك بشأن العلوم؟ *What's So Funny About Science*» (Sidney Harris, 1977) (التي يتعلق كثير منها بالرياضيات).

في كتاب ألفته سابقاً، وصفتُ رسومي البسيطة التي لا تنسى، أحدها لوعاء يتدلى من حبل، وقد استخدمتها لأساعد طلابي على تذكّر كلمة «وتر المثلث hypotenuse» (الذي يشبه لفظها لفظ pot in a noose)، ورسماً آخر لمضلع مفتوح، ومضلع مغلق، وطائر اسمه بولي (Polly) يهرب (gone) من الضلع المفتوح (Polygone تعني المضلع) تشبه في اللفظ ("Polly gone"). وإنني أؤلف أيضاً قصصاً عن البسط والمقام لكسرٍ اعتيادي يسارع إلى شراء منزل معروض للبيع بثمن قليل جداً، حيث يمثل رمز القسمة المطوّلة في قصة المنزل. وأبيّن أن للبسط الأفضلية لأنه في الأعلى ويبدأ أولاً، فيتحرك داخل المنزل، ولكن المقام يقف عند الباب الأمامي.

إن استخدام القصص لتوضيح المفاهيم الرياضية لها تأثير كبير؛ لأنها تتعلق ببنية القصص التي يسمعها الأطفال طوال حياتهم. إن عرض المعلومات على هيئة قصص أمر مألوف، ويحفز الذكريات الإيجابية ومن السهل متابعة العرض. وتظهر البحوث أن المعلومات المقدمة

علـى صورة قصص تُصنّف علـى أنها أكثر متعة، كما أن نسبة تذكّر محتواها أعلى من نسبة تذكّر المعلومات نفسها المقدمة في أنواع أخرى من النصوص أو الصياغات اللفظية (Britton, 2008).

لذلك، استمتع بوقتك وامنح طلابك، ولاسيّما المستكشفين، الفرصة كي يكونوا مبدعين، ويرسموا لوحات مثيرة تمثل التعابير الرياضية. علّق هذه الرسوم على اللوح ليستمتع بها الآخرون ويتعلموا منها، وامنح «الفنان» (ولاسيّما إذا لم يكن هذا الطالب ممتازاً في الرياضيات) الفرصة ليعرض إبداعه ويفتخر به، واحتفظ بهذه الرسوم أو القصص للسنوات القادمة حتى يستمتع الطلاب الجدد برؤية ما رسمه «الطلاب الكبار» وكتبوه عندما كنت تعلّمهم.

* **إستراتيجية: أقم علاقة إيجابية بينك وبين الطالب**

عندما يُسأل الطلاب عن أسباب تركهم الدراسة في المرحة الثانوية، عادة ما يذكرون سوء العلاقة بين المعلم والطالب ورقابة الكبار عليهم. لقد أجريت مقابلات مع معلمين وطلاب من الصف الأول وحتى الثاني عشر حول ما يميز العلاقة الودودة المتبادلة التي تؤدي إلى بيئة تعلمية منتجة. وكانت الأفكار المشتركة هي عن المعلمين الذين يعبّرون بوضوح عن التوقعات العليا، ويقدمون الدعم للطلاب، ويجيبون عن الأسئلة حتى يستوعبوا المادة، ويعاملون الطلاب باحترام، وينادونهم بأسمائهم، ويلقون عليهم التحية داخل الصف وخارجه، ويدرسون موادهم بمحبة وحماس (Brown, 2003; Comer, 1993).

ليـس من السهل عليك إخفاء شعـورك بالإحباط عندما يكون الطلاب غير مكترثين، أو لا يحاولون التعلم، ولكن عليك أن تدرك أنهم في حالة توتر الدماغ، وأن هؤلاء الطلاب الذين لديهم سلبية تجاه الرياضيات نتيجة للخبرات السابقة لا يمتلكون المرونة أو الدافعية لاستثمار جهدهـم في المحاولة مجدّداً. لا فائدة من وراء لوم المعلمين السابقين، وبدلاً من ذلك، فإن معرفتـك أن هذه السلبية ما هي إلا تراكمات عبر الوقت، ستساعدك على إدراك أن الأهداف التي وضعتها يجب أن تكون قابلة للتحقيق.

مـا الـذي يمكنك فعله على المـدى الطويل والقصير لإعادة بنـاء مواقف الطلاب تجاه الرياضيات؟ أولاً، تذكّر أن استجاباتِ الطلاب الذين يعالجون المدخلات في أدمغتهم التفاعلية

(القتال/الفرار/التجمّد) "fight/flight/freeze" ناجمةً عن قرار غير واعٍ. لذا، يتعين عليك أن تدرك أنه عندما يسيء الطلاب التصرف أو يشاغبون، فإنهم ببساطة يظهرون استجابة الدماغ اللاإرادية للإحباط والتوتر والقلق. وهذا يدعوك إلى التفكير في احتمال أن الفشل في أداء الواجب المنزلي قد لا يكون نتيجة الكسل أو عدم الاحترام، ولكن تحمل عواقب عدم إكمال الواجب المنزلي، من وجهة نظر الطلاب، سيسبب لهم توتراً و قلقاً أقل من إكمال الواجب المنزلي والمخاطرة بأن يطلب إليهم إعطاء إجابات يخشون أنها ستكون غير صحيحة. (Walker, Colvin & Ramsey, 1995). ابدأ بموقف إيجابي، وأظهر الثقة أن طلابك قادرون على تحقيق مستويات التحدي المناسبة لهم، واستخدم التدريس الذي يراعي الفروق الفردية، وكذلك نقاط قوة الطلاب، وولّد الدافعية لديهم آخذاً في الحسبان اهتمامات الطلاب. ولن يمر وقت طويل حتى تصبح، من خلال المرونة العصبية ومع مرور الوقت والتمرّن، ذلك المعلم المهتم والمتجاوب الذي يقول الطلاب أنهم يريدونه.

كذلك يتعين عليك أن تعي المشاعر السلبية التي ربما تكنُّها لبعض الطلاب، ولتكن استجابتك لهم بالسلوك المرتبط بالعلاقة الإيجابية بين المعلم والطالب. وعليك أيضاً استخدام أسلوب التشجيع، والتحدث إليهم باحترام، وأن تجعل ملامح وجهك تعكس التفاؤل، والمحافظة على التواصل البصري، واستخدام أسماء الطلاب عند إلقاء التحية عليهم داخل الصف وخارجه.

انتبه إلى سلوكك غير المقصود تجاه هؤلاء الطلاب، كأن تكون إجاباتك وشروحاتك عن استفساراتهم مختصرة، أو أنك لا تمنحهم وقتاً كافياً؛ لأنك قد تعتقد أن شرحك للموضوع كافٍ. وتجنّب أن تكون ردود فعلك المتحمسة أكثر من اللازم عن الأسئلة الأساسية التي يطرحونها إذا كانت دون مستوى التحدي القابل للتحقيق.

سيؤدي حماسك وتفاؤلك للرياضيات وإظهار توقعاتك التي تبرز قدرتك على النجاح، إلى تحفيز الاستجابة الإيجابية لدى طلابك. لذا، ساعدهم على تعرُّف نقاط قوتهم، ليس فقط في المهارات المتعلقة بالرياضيات، بل أيضاً في تعاون المجموعات، ومحاولة المشاركة، والاستعداد لإلقاء الأسئلة وإجراء التصحيحات. وشجعهم أيضاً على إدراك الإستراتيجيات

الناجحـة واستخدامها أكثر من مرة، واشكرهم على إنجازهم في التحديات المحددة القابلة للتحقيق.

يبيـن الوصـف الآتي كيف يبدو التعلم في صف خالٍ مـن السلبية، كما عبّر عنه تلميذان من الصف السابع:

> الشيء الوحيد المثير للإهتمام فيما يتعلق بالرياضيات الآن هو أنني لا أخشى إجراء تجربة جديدة لحل مسألـة مـا، أو أعبّر عمّـا أفكر فيه في النقاش الصفـي حتى لو لم أكن واثقاً منه. أنـا لست خائفاً. لذا، أستطيع أن أركز على ما يقوله زملائي في أثناء المناقشة، وهذا يعطيني مزيداً من الأفكار. أتذكّر موقفاً طلبـت فيه إلى المعلمة مساعدتي، وكنت حينئذٍ متوتراً مـن اعتقاد المعلمة أو الآخرين أنني غبي، وأنني غيـر قـادر حتى على تذكر الشرح. وأنا حاليّاً أصبحت هادئاً لدرجـة تجعلني؛ إذ أصغي واسمع ما أحتاج إليه حتى لا أرتبك.
>
> لقـد اكتشفـت أننـي إذا بذلـت جهـداً، أستطيـع أن أبنـي كثيراً مـن الروابط بيـن الخلايـا العصبية، وهـذا يعنـي أن ذاكرتـي تصبـح أقوى علـى استيعـاب الرياضيـات. وأستطيع انتـزاع المعلومـات التي خزنتهـا، مثـل تعلـم الكسـور العشريـة، وتطبيقهـا علـى مواقف أحتـاج إليها فـي حياتي، مثـل حساب النقـود. ولـم أكـن أبداً واثقاً مـن نفسي، وأنـا حاليّاً لا أتفاجـأ عندما أقـوم بأداء جيـد. إنني متحمس لمتابعـة العمـل حتـى لـو ارتكبت الأخطـاء، لأننـي لا أعتقد أن هنـاك حـدوداً للأهداف التـي أستطيع تحقيقها.

إعادة تدريب الدماغ من خلال تخفيف التوتر

إذا شعـر الطلاب بالقلق من ارتكاب الأخطاء في الصف أو في الامتحانات، فقد يسبب التوتـر الناجـم عن هـذا القلق أن تحـول اللوزة العصبية نشـاط الدماغ إلى الدمـاغ السفلي غيـر المعرفـي "noncognitive lower brain"، فتمنـع معالجة المعلومات فـي قشرة الدماغ الأماميـة. إن غناء أغنية، أو قراءة قصيدة مألوفة، أو التمرين الاسترخاء، أو مشاهدة رسوم فكاهيّـة، أو استنشاق عميق، أو التفكير في مكان جميل ترغب فيه، كلها أمور يمكن أن تخفّف مـن التوتـر، وتزيد من تدفـق الدوبامين، لإبقاء حالـة الذهن عاطفية إيجابيـة تحافظ على انتقـال المعلومات إلى الشبـكات العصبية التأملية بدلاً من ردود الفعل السريعة. وتهدف هذه

التدخـلات إلـى الحدّ مـن التوتر، وتزيد أيضاً من قـدرة الدماغ على التركيـز وعدم التشتت (Hopko, Ashcraft & Gute, 1998).

*** إستراتيجية: خفف من التوتر مع زيادة المشاركة الصفية**

يحتل القلق مساحة الذاكرة العاملة؛ لأن قشرة الدماغ الأمامية تحوّل المصادر للتعامل مع الاضطراب العاطفي. ولمّا كانت مساحة الذاكرة العاملة المتوافرة قليلة، فإن قدرة الطلاب على استرجاع الذكريات المخزّنة التي يحتاجون إليها لحساب المسائل وحلّها، تقلّ. لذا، فكّر في قائمة الأمور التي ترفع من مستوى الدوبامين، كالفكاهة، والتفاؤل، والخبرات والاختيارات الإيجابيـة، واستخدمها في تعزيز الإيجابية والمثابرة والذاكـرة التي تصاحب تزايد مستوى الدوبامين.

ذكّر الطلاب بالإستراتيجيات الفردية التي استخدموها؛ لأنها ساعدتهم على إنجاز أفضل عمـل، مثل تدوين الصيغ المهمة، أو الحسابات التـي يصعب تذكّرها، وتذكّر هذه المعلومات فـي أثناء النقاش حـول الموضوع داخل الصف. لن يشعر الطلاب بالقلق نتيجة تذكّرهم هذه المعلومات عندما يبدؤون بالإجابة عن السؤال، وهذا يدل على وجود قليل من التوتر الذي يمنع تدفق المعلومات من اللوزة العصبية إلى قشرة الدماغ الأمامية.

إن كتابةَ خطوات الحل، حتى لو كان لدى الطلاب القدرة على القيام بهذه العملية ذهنيّاً، مهمـةٌ للطلاب الذين يعانـون مستوى عالياً من التوتر تجاه الرياضيـات؛ لأن كتابتها لا تشكّل عبئاً على الذاكرة العاملة. وهذه المهمة البسيطة ستمنح الطلاب مزيداً من الثقة للإجابة عن الأسئلة في الصف ولاسيّما عندما تطلب إليهم شرح طريقة تفكيرهم.

العرض المسبق للمادة. هناك بعض الطلاب، وبخاصة متعلمي اللغة الإنجليزية أو الطلاب الذيـن يعانون سلبية كبيرة تجاه الرياضيات، الذين يصابون بحالة من التوتر الشديد في كل مرة يُطرح فيها موضوع جديد في الصف. وإحدى السُّبل للتعامل بكفاية مع هذه الحالة هو أن تشـرح للطلاب (وأولياء أمورهم) مفهوم «التهيئة» أو التمهيد للمادة من أجل «إعداد» الدماغ لاستقبـال المعرفة الجديدة. يمكنـك أن تقترح على الطلاب أن يقضوا بضع دقائق في قراءة

مقدمــة الوحدة الجديدة قبل يوم من تدريسهــا، ولاسيّما إن تضمنت هذه الوحدة مفردات أو رموزاً رياضية جديدة. وضّح لهم أن المقصود ليس محاولة فهم كل شيء يقرؤونه، بل مجرد أن يألفوا المفردات أو الرموز أو العمليات الحسابية الجديدة؛ إذ إن التمهيد للدرس اللاحق يقلّل من التوتر الذاتي لديهم، لأنهم سيأتون إلى الصف مستعدين، ولديهم بعض الإلمام، ولو كان قليلاً بخلفية الموضوع الجديد.

التخلص من التوتر في عشر دقائق. على نحو ما ذكرنا سابقاً، يسبب الخوف ارتكاب الأخطاء والتوتر اللذين ينجمان عن الدروس التي تكون أقل من/أو فوق مستوى التحدي القابل للتحقيق لــدى الطلاب، وفي زيــادة السلبية تجاه الرياضيات، ويضع الدماغ فــي حالة القتال/ الفرار/ التجمّد، ويخفّض من التفكير عالي المستوى. ويمكن استخدام إستراتيجية التخلص من التوتر في إستراتيجيات التدريس المختلفة ولاسيّما التدريس المباشر، أو عرض مفاهيم جديدة، أو إعطاء الواجبات المنزلية أو الامتحانات.

مــن خلال تقويمنــا لإستراتيجيات التدريس الفعّالة، نعلــم أن التقويم المتكرر والتغذية الراجعة التصحيحية–اللذين يحدثان كل 10 دقائق تقريباً وبطريقة داعمة عاطفيّاً–هي أدوات ذات كفاءة عالية تعزّز الفهم والذاكرة طويلة المدى، وتُحسّن من الوظائف التنفيذية للتفكير والتحليل. إن استخدام الطلاب لسبوراتهم البيضاء من أجل المشاركة النشطة هي إستراتيجية تقلـل من التوتر وتزيد المشاركة؛ لأنهـم يظهرون لك مدى معرفتهم بالمادة دون الحاجة إلى الإدلاء بإجاباتهم بصوت عالٍ، وتتيح هذه الإستراتيجية أيضاً المشاركة للجميع، ولا تنحصر في فئة قليلة تجيب عن أسئلة تتطلب إجابات شفهية. أما الفائدة الأخرى لهذا التقويم المتكرر فهو أنه يوفر لك المعلومات التي تحتاج إليها طوال الدرس لدعم الطلاب ضمن مستواهم في التحــدي القابل للتحقيق. يعرف الطلاب من خلال هذه الإستراتيجية أنهم إذا شعروا بالملل لأنهــم يتقنون الموضوع سابقاً أو بالإحباط نتيجــة الارتباك، فإن الوضع سيتغير بعد مرور ما لا يزيد على 10 دقائق.

للحد من الخوف من ارتكاب الأخطاء، اطلب إليهم كتابة إجاباتهم عن أسئلتك المتكررة، ورفــع سبوراتهــم لمــدّة وجيزة فقط كــي يتسنى لك رؤيــة الإجابات. يمكنك أن تــردّ بإيماءة

بسيطـة تبيّن لهم أنك قد شاهدت إجاباتهم. إن هذه الطريقة تمنع الطلاب من رؤية إجابات زملائهـم؛ لأن السبورات رُفعـت مدّة قصيرة، ولأنهـم يكونون منشغلين فـي كتابة إجاباتهم الخاصــة. وهـذه لا تعد أصلاً تغذية راجعـة تصحيحية أو تقويماً تكوينيّـاً، ولكنها تمكّنك من الإدراك السريـع، وتعينك على التخلص من التوتر. (بناءً على معرفتك مستوى مهارات بعض الطلاب ومدى شعورهم بالراحة عند ارتكاب الأخطاء، يمكنك أن تبتكر إشارة–كنصف إيماءة بالرأس–لتعني أن الإجابة غير صحيحة. مما سيساعد الطلاب الذين أنهوا الحل مبكراً على استغـلال الوقت المتبقي في إعادة حل المسألة، عندمـا ينشغل بقية طلاب الصف في إنهاء المحاولة الأولى).

إذا ارتكـب كثير من الطلاب أخطاء في إجاباتهم علـى سبوراتهم البيضاء، فهذا يعني أنك تلقّيت تغذية راجعة تخبرك أن تعيد تدريس المعلومات بطريقة أخرى، أو أن تعيد معالجة الخلفيــة النظرية. وعندما يجيب معظم الطلاب عـن أسئلة عدة متسلسلة بطريقة صحيحة، اكتب الإجابات، واستمر في إعطاء التعليمات دون أن تسترسل في كيفية حل المسائل؛ فالطلاب الذين شعروا بالملل من موضوع أتقنوه سابقاً سيشعرون بالارتياح، وأما الطلاب الذين أخطؤوا فــي الإجابة فسيعرفون أنهم سيحصلون على مساعدة فردية تعالج الحيرة التي أصابتهم في غضون الدقائق القليلة المتبقية.

* **إستراتيجية**: استخدم أسلوب التفريد للتخلص من التوتر

فضلاً على الخصائص طويلة الأمد المرتبطة بالأهداف، فإن إحدى خصائص التقويم التكوينــي للتعلـم أنها تحدث في وقت لا يزال فيه مجال لاتخاذ إجـراءات ما. إن إستراتيجية الدقائـق العشـر للتخلص من التوتر ليست تغذية راجعة تصحيحيــة مفصّلة. فالمقصود من تدخّلـك هو تقليل الإحبــاط أو الملل فوراً، ولا يستغرق ذلك ســوى دقيقة أو دقيقتين من وقت الحصة دون إعاقة لسير التدريس.

يستغــرق إعداد الطـلاب لتقنية التخلص من التوتـر 10 أو 15 دقيقة من الشرح كل يوم ولمدة ثلاثة أيام، ولكن حالما يفهم الطلاب أدوارهم ويمارسونها سيجري الأمر بكل سلاسة.

الوصـف الآتي هو أطول فقرة مـن العملية، وقد تحتاج إلى قراءته مرتين. لهذا، اشرب كأسا من الماء، واسترخِ، وفكّر في قصة طريفة، ومن ثم ابدأ القراءة.

يتعين عليك إعداد الطلاب لهذا الأسلوب عندما توضح لهم التحدي القابل للتحقيق حتى يعرفـوا، بناءً علـى موضوع الدرس، أن بعضهم مستعد للتقدم، وبعضهم بحاجة إلى مزيد من التمرّن، في حين سيحتاج بعضهم الآخر إلى مزيد من المعرفة التأسيسية كي يصبحوا قادرين على اللحاق بسير الدرس. وفي أثناء استخدام أسلوب التخلص من التوتر، زوّد كل طالب بتلميح سريـع يخبره عما سيقوم به لاحقاً. والهدف هو استئنـاف الدرس الأساسي مع الطلاب كافة وهم يشعرون بالراحة، أي وهم يعملون في مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب لهم. لذا، ضـع الصـور أو العبارات على لوحة الحائط بناءً على المرحلـة العمرية التي تدرّسها، لترشد كل طالـب إلى النشاط المناسب الذي سينفذه عندما تستأنف التدريس أو التمرين بعد تنفيذ أسلوب التخلص من التوتر.

وجّـه الطلاب الذيـن يجيبون إجابة صحيحـة في كل مرة، ولا يحتاجـون إلى مزيد من التمـرّن على الموضوع، إلى لوحـة تعليمات «استمر» التي تتضمن بعضـ الخيارات الثابتة ولا تتطلب شرحاً، وخيارات جديدة متعلقة بموضوع الدرس أو الوحدة ولكنها تتبع نمطاً ثابتاً، ولا تتطلب شرحاً تفصيلياً. يمكن تشجيع الطلاب الصغار على العمل المستقل مثل قراءة كتاب، أو العمـل على برامج الحاسـوب وحدهم. أما الطلاب الذين ترشدهم إلى لوحة «استمر» فلن يستمـروا في الاستماع إلى الدرس أو مناقشته أو التمـرّن عليه (على الأقل ليس خلال 10 إلى 15 دقيقـة حتـى يتخلصوا من التوتر)؛ لأنهم يعرفون أنهم لا يعانـون الشعور بالإحباط بسبب التماريـن المتكررة حـول موضوعات يعرفونهـا. وسيشاركون بدلاً من ذلك فـي تمارين ذات مستـوى مفاهيمي أو معرفي عالٍ، يمكن أن تتضمن مناقشات مع الزميل (في مكان هادئ من الصف)، أو عمل مستقل مثل الاستجابة للمحفزات الآتية:

- ما العملية الحسابية الأخرى التي تذكّرك بما تعلمته سابقاً؟ ولماذا تُعدّ معرفة كيفية القيام بهذا النوع من الحسابات مهمّة؟ دوّن أفكارك في صحيفة الرياضيات.

- اكتب مسألة مشابهة للمسائل التي حللتها توّاً، وحلّها بمشاركة زميلك، ثم حل مسائل زميل آخر. إذا لم توافقه على طريقة حله، اشرح له أسباب ذلك لمعرفة أنكما قد توصّلتما إلى اتفاق، ثم سلّم عملك إلى المعلم.
- راجع الملاحظات التي دوّنتها عن دروس هذا الأسبوع، وقارنها مع ملاحظات زميلك، لكي تضيف إليها ما غفل عنها زميلك. **(وهذا خيار جيد أيضاً للصف كله عند تفقّدك الطلاب، وإعطاء كل واحد منهم الخطة الخاصة به التي سيعمل بموجبها في الجزء اللاحق من الحصة).**

عندما يخطئ الطلاب في معظم الأسئلة، وأنت تعرف أنهم يعانون صعوبة في الرياضيات بسبب ضعف المعرفة التأسيسية لديهم، أو اختلاف اللغة أو صعوبات في إجراء العمليات، عندئذٍ لن يتوفر لك وقت كافٍ في هذه التدخلات القصيرة للتخلص من التوتر لمعالجة الضعف الرياضي الذي لديهم. ولكن يمكنك تخفيف التوتر لديهم فوراً من خلال كلمة أو عبارة رمزية تذكّرهم بالإجراءات التي سيقومون بها في الجزء اللاحق من الدرس، والخيارات التي قد تساعدهم خارج أوقات الصف عندما تتوفر لهم الفرصة على تعلم الموضوع بسرعة مناسبة لهم. وقد صُمّم هذا التدخّل الفوري المهم لإخراج هؤلاء الطلاب من حالة القتال/ الفرار/ التجمّد الناجمة عن الإحباط أو الارتباك، لإيصال بعض المدخلات على الأقل في بقية الدرس إلى قشرة الدماغ الأمامية لهم حتى يبقى سلوكهم ضمن التحكم الواعي.

عندما أعلم من إجابات الطالب أنه يفتقد إلى المهارات الأساسية لمتابعة الجزء اللاحق من الدرس، أبتسم وأقول له بلطف: «النهر الجاري Flowing River». وأنا عادةً ما اتفق معهم في بداية الفصل الدراسي على هذه «الكلمات الترميزية»، فيعلمون أنني سأستخدم هذه العبارات إذا وجدت أنهم مرتبكون لدرجة لا تمكّنهم من فهم الجزء الآتي من الدرس. وأقول هذه «الكلمات الترميزية» بهدوء للطالب بمفرده في أثناء تجوالي في غرفة الصف.

عادة ما يكون شرحي المعتاد لعبارة «النهر الجاري» على النحو الآتي:

أعلم أنك مرتبك ومحبط. سأعمل معك خلال (**اذكر هنا الوقت المحدد مسبقاً**) حتى تصبح مستعداً للعمل مثل باقي الصف غداً. لكن ضمن الدقائق القادمة، وعند الانتقال بما أنهيناه إلى مستوى أعلى،

أو حـلّ مسائـل من التمارين الإضافية، لا تحاول تفسير كل خطوة ، أو متابعة تفاصيل الشرح كله؛ فتزداد إحباطـاً. دع المفـردات أو الرموز أو العمليات الرياضية الجديدة تتدفق عبر دماغك كالنهر الذي يحمل البـذور، حتى لـو حللت التمرين دون أن تفهم كل شيء، فعندئذ سيكتسـب دماغك بعض المعلومات التي نقولها أو نكتبها. إذا لم تكن متوتراً حيال حلّ المسألة، حينها سيكتسب دماغك شيئاً من الاستماع. وعندما نلتقي لاحقاً، فإن هذه البذور الصغيرة التي تركها نهرك الجاري ستنبت في دماغك. إنها بدايات لشبكات الدماغ العصبية الجديدة التي ستبنيها كلما زاد فهمك. ومهمّتك الآن هي المشاهدة والإصغاء، ابقَ هادئاً ومنفتحاً لما تسمعه، ولا تقلق ممّا لم تفهمه.

عندما تبتكر نسختك من «النهر الجاري» وتشرحها شرحاً مناسباً، عندئذ سيكون لديك الأداة كي تجنّب طلابك إساءة التصرف أو التراجع إلى حالة القتال/ الفرار/ التجمّد. والنتيجة هي أن الطلاب سيشاهدون ويستمعون، ولن يكونوا قلقين إذا طلبت إليهم الإجابة عن السؤال، أو وبّختهم لعدم حلّ المسائل الجديدة. في حالة «النهر الجاري»، تعبر المدخلات من خلال اللوزة العصبيـة إلى قشرة الدماغ الأماميـة التي تحتفظ ببعض ما شاهده الطالب أو سمعه، فتترك آثاراً في الذاكرة. وستنشط هذه الآثار عندما يسمعها الطالب مرة أخرى في أثناء المعالجة. والفائدة الجانبية هي أن دماغ الطالب التفاعلي من يوجّه سلوك القتال/ الفرار/ التجمّد؛ إلى سلـوك فوضوي. ويزداد نجاح هـذه الأداة شيئاً فشيئاً عندما يجـرّب الطلاب بأنفسهم كيف يسهّل هذا التمهيد في الواقع تعلّم المادة حين يلتقونك لاحقاً.

إن نشـاط «النهـر الجاري»، كمـا لاحظت، شبيـه بالإستراتيجية التـي وصفناها سابقاً عندما يحضّر الطلاب الدرس القادم حتى لو لم تكن المعلومات بالنسبة إليهم منطقية. وكلتا الإستراتيجيتين فعالتان؛ لأن الدماغ يكون أكثر تقبلاً للمدخلات التي شوهدت أو سُمعت مسبقاً، وقـد وثّقت البحوث الآثار الإيجابية لهذا الأسلوب. هناك دراسة تناولت التمهيد؛ حيث عُرض على الخاضعين للاختبار كلمات بسرعة أكثر من قدرة العقل الواعي على قراءتها أو ترديدها، ولكن عندما عُرضت عليهم هذه الكلمات لاحقاً، استطاعوا تعرّفها بسرعة حتى عندما عُرضت عليهم بخطين أو حجمين مختلفين (McCandliss, Cohen & Dehaene, 2003).

أمـا الطلاب الذين أظهروا نجاحـاً متوسطاً في تقويم أداء نشـاط السبّورات البيضاء، فإن استراحة التخلص من التوتر تمنحهم بضع دقائق لمراجعة الأسئلة التي أخطؤوا فيها. وإذا تركت

الأسئلة وإجاباتها الصحيحة على السبورة، فسيستفيد الطلاب من الوقت الذي تقضيه متجوّلاً في الصف، إذ سيعملون بمفردهم أو بالتعاون مع أقرانهم لإعادة حل المسائل. وعندما تستأنف الدرس، سيتابع هؤلاء الطلاب معك التعلم والمناقشة واستخدام السبورات. ويمكنك أيضاً أن تضيف أسئلة، مثل: «كيف استطعت استنتاج هذا الحل؟»، فيستفيد الطالب من تعزيزك تعلّمه الجديد من خلال التواصل الشفهي، وستتاح للطلاب في مجموعة التمرين المتواصل هذه (وكذلك في مجموعة «النهر الجاري») الفرصة للاستماع للعملية بكلمات جديدة تكون منطقية أكثر لهم من الكلمات التي استخدمتها سابقاً، مما سيقلّ شعور الطلاب بالقلق حيال التمرّن بصوت عالٍ؛ لأن المجموعة المتبقية صغيرة، وتضم طلاباً في مستوى التحدي القابل للتحقيق نفسه.

هناك نشاطان إضافيان للتخلص من التوتر يمكنك استخدامهما خلال هذه الاستراحة. اطلب إلى الطلاب في بداية الفصل أن يرسموا علامات استفهام ومصابيح كهربائية على بطاقات يلصقونها على أدراجهم، أو في دفاتر الرياضيات. فإذا كان الطالب يتحرج أن يسأل سؤالاً أمام الصف، فإنه يقلب بطاقة السؤال. ومن ثم تستطيع أن تراجع معه لاحقاً حتى يستطيع أن يسأل السؤال على انفراد. إذا كان بالإمكان الإجابة عن السؤال في وقت قصير فإن فترة الاستراحة تمنحك هذا الوقت. أما إذا كان السؤال يستحق اهتماماً أكثر مما تستطيع منحه في الوقت الحالي، فأومئ إليه أن سؤاله مهم، وأنك ستجيب عنه خلال الوقت المخصص للمساعدة.

أما الفكرة اللامعة لبطاقة المصباح الكهربائي، فهي مفيدة للطلاب الذين يشاركون كثيراً في معلومات شخصية مرتبطة بالموضوع، أو شرح لطريقة حل المسألة التي تعلموها من آبائهم. ويشعر بعض الأطفال بالتوتر إذا لم يستطيعوا عرض تعليقاتهم فوراً، ولا يمكنهم استعادة التركيز في الدرس بسبب الإحباط أو القلق الذي ينتابهم من خوفهم أنهم سينسون ما كانوا يريدون قوله. لذلك، فإن قلب بطاقة المصباح الكهربائي من قلقهم سيخفّف عندما يعرفون أن الفرصة ستتاح لهم بالمشاركة. أشر إلى هذه الفرصة من خلال إعطائهم ترميزاً متفقاً عليه أنك ستبدأ الحصة القادمة بتعليقاتهم، أو ستستمع لها بالتفصيل في أثناء استراحة التخلص من التوتر، أو أي وقت آخر مخصص لذلك.

بناء الثقة من خلال بناء الأسس المفقودة

يسهل إقناع الطلاب أنهم قادرون على تغيير أدمغتهم عندما يكون لديهم على الأقل الحدّ الأدنى من الثقة بقدراتهم. الإستراتيجيات الآتية هي طرائق للارتقاء بمستوى الطلاب إلى مستوى المعرفة التأسيسية للصف من خلال حل التمرينات بصورة مستقلة، أو العمل في أزواج، أو بمساعدة ولي الأمر، أو من خلال منحهم الأدوات التعليمية المساعدة لاستخدامها في أثناء الدروس والواجبات المنزلية والامتحانات، حتى يتعلموا المعلومات الأساسية والمعرفة السابقة التي يتطلبها التقدم في مستوى الصف. وتتضمن هذه الإستراتيجيات: الرياضيات الخالية من الأخطاء، والكلمات المفتاحية الترميزية، والآلات الحاسبة، والجداول. كما نحتاج إلى إستراتيجية أخيرة تهتم بالطلاب الذين يحتاجون إلى المساعدة في بناء الاعتماد على الذات، لأنهم يقلقون من أن مهاراتهم التأسيسية-أو أي معرفة أخرى- ناقصة نوعاً ما.

* إستراتيجية: اضمن النجاح من خلال الرياضيات الخالية من الأخطاء

الرياضيات الخالية من الأخطاء هي أداة ذاكرة لبناء الأساس، وهي مفيدة جداً للطلاب المتردّدين في مواجهة أيّ تحدٍّ بسبب خبراتهم السلبية مع الرياضيات. والهدف هو بناء ثقتهم تجاه الرياضيات إضافة إلى الحقائق المطلوبة. تستخدم إستراتيجية الرياضيات الخالية من الأخطاء طريقة التأخير الزمني "Time Delay" لتحفيز الطلاب من خلال نجاحهم في التحدي القابل للتحقيق. ويستخدم المعلمون أو الزملاء في هذه الطريقة إشارات شفهية، أو إيماءات لزيادة احتمال أن تكون الاستجابة صحيحة، التي تصبح في النهاية الإجابة الصحيحة (Bender 2005).

أما الطريقة التقليدية في التمرين على حقائق عملية الضرب في الصف، فهي أن يعرف الطلاب عدد مسائل الضرب التي يمكنهم حلّها على ورقة عمل في وقت محدد، لكن هذا النشاط يتضمن مستوى عالياً من التوتر، مع وجود مكافأة قليلة؛ لأنه لا يوجد لدى الطلاب أي دافعية لمراجعة الحقائق التي أخطؤوا فيها أو التجارب التي لم ينهوها.

أما في طريقة التأخير الزمني في تمرين الرياضيات الخالية من الأخطاء، فإن الطلاب يكتسبـون السرعة والدقة في تنفيذ نشاط ذي مستوى نجاح عالٍ ومستوى تهديد أقل وصعوبة مناسبة. ومثال ذلك، استخدام بطاقات التعلّم الملونة "flash cards" للتمرّن على حقائق عملية الضرب. وفيما يأتي التعليمات خطوة خطوة:

1. جهّـز قائمة بالعمليات الحسابية من بطاقات التعلّم، واكتبها على ورقة. يمكن كتابة هذه الحسابات في قالب واضعاً حقائق عملية الضرب المناسبة لكل مستوى، وانسخها للطلاب. أضف إلى هذه القوالب ثلاثة أعمدة بجانب كل مسألة ضرب، وعنونها على النحو الآتي: «تكرار صحيح» و«انتظار صحيح» و«استجابة صحيحة».
2. ابدأ بالتمهيد وبناء الثقة. اعرض، مثلاً، السؤال: $3 \times 4 =$ ــــ على البطاقة، ودوّن أي تأخيـر وأخبرهم بالإجابة. يكرّر الطالب السؤال والإجابة على نحو ما قلتهما تماماً، فـي حين ينظر إلى البطاقة (تحفيز للذاكرة البصرية والسمعية)، ثم يقلب الطالب البطاقة للتحقق من صحة الإجابة (تعزيز إيجابي/ متعة الدوبامين).
3. ضع علامة في عمود «تكرار صحيح» تشير إلى أن تكرار الطالب في العملية الحسابية كان صحيحاً.
4. إذا أخطأ الطالب في تكرار هذه الحقيقة الرياضية، فاقرأها مرة أخرى، واطلب إليه تكرارها معك بصورة صحيحة. لا تكتب أي شيء على القائمة حتى يكون جواب الطالب فـي التكرار صحيحاً، بعد ذلك، ضع علامـة في العمود تشير إلى التكرار الصحيح، وتابع العملية مع البطاقة التالية. اجعل عدد البطاقات مناسباً لعدد أنشطة «التحدي القابـل للتحقيق» التي قرّرتها بناءً على ملاحظاتك حول مدة انتباه الطالب، وأضف دوماً بطاقات عدة معنونة بـ «أتقنها» الطالب في الحصص السابقة.
5. خطـوة التأخير: بعد حـلّ الطالب ما يكفي من التمارين، وعندما يعتاد على الحقائق الرياضيــة باستخدام بطاقتيــن أو ثلاث، اعرض عليه البطاقــة بالتزامن مع قراءة الســؤال، ولكن انتظر ثلاث ثوانٍ لترى هل ســارع الطالب بالإجابة قبل أن تتلفظ بها. فإن استجاب الطالب للسؤال، فاقلب البطاقة للتأكيد على إجابته. وإن كانت الإجابة صحيحة، فضع علامة في عمود «استجابة صحيحة» على قائمتك.

6. إذا لـم يسارع الطالب بالإجابة خلال هذا الوقـت القصير، فتابع على نحو ما فعلت سابقاً، وأخبره بالإجابة. ومن ثم يكرر الطالب السؤال والإجابة قبل أن يقلب البطاقة للتأكد من دقته. (ضع علامة في العمود على نحو ما فعلت في الخطوة 3).

7. إذا انتظـر الطالب فترة التأخير كي تخبره بالإجابـة، ومن ثم يكرّرها معك بصورة صحيحة، فضع علامة لهذه الاستجابة الإيجابية في عمود «انتظار صحيح»، فيعرف الطالـب أن عليه أن ينتظر، ومن ثم يردّد الإجابـة الصحيحة معك. ولاحظ أن هذا التدّرب يستمر خالياً من الأخطاء والتهديد؛ لأنه يعترف بكل من الإجابات الصحيحة والانتظار الصحيح.

- تخلـو هذه العملية تقريباً من الأخطاء؛ لأن الطالب إذا ذكر الإجابة الصحيحة فتكون الاستجابـة صحيحة، وأما إذا انتظرك كـي تقولها ومن ثم يكرّرها، فتكون الاستجابة أيضاً صحيحة.

- إذا أخطأ الطالب في الاستجابة عندما يقدم إجابة غير صحيحة، فلا توجد إشارة في العمـود تشير إلى «استجابة غير صحيحـة». لذا، فترك فراغ في العمود لهذه المسألة فـي القائمة يدلك على تـرك المسألة دون إعطاء تغذية راجعة سلبية واضحة للطلاب. لكـن هناك تغذية راجعة تصحيحيـة فورية لأنك تطلب إلى الطالب المحاولة مجدّداً. أمـا في محاولته الثانية، فاذكر المسألة، ثـم أجب عنها دون أي تأجيل حتى لا يسارع الطالب بإجابـة غير صحيحة، وستكون لديه الفرصة لتكـرار الإجابة الصحيحة. إنّ تـرك ملاحظاتـك مفتوحة، وظاهرة للطلاب طوال هذه العمليـة هو جزء من الخبرة الإيجابية لهم. لذا، ولتعزيز الدافعية والمواقف الإيجابية تجاه الرياضيات، يمكنك أن تعرض على الطلاب سجلاً يظهر إتقانهم المتزايد لـِ «الانتظار الصحيح» و «الاستجابة الصحيحة» باستمرار التمرين.

8. أعـطِ تلميحات شفهية أو بالإشارة (إيماءات) لزيادة احتمال الاستجابة الصحيحة. فمثلاً، إذا كان الطالب يضرب الأرقام التي تحتوي على كسور عشرية، ونَسِي أن يعدّ المنازل التي تلي الفاصلة العشرية في كل عامل ضرب، فقل: عشري، إن ظهر لك أنه

قـد انتهى من حل المسألة، ولم يستطع تحديد مـكان الفاصلة العشرية في الناتج. وبهذه الطريقة، فإن الطالب لم يرتكب الخطأ فعلياً في الجواب النهائي الذي كتبه. مـع أن الطالب قـد احتاج إلى تلميحاتـك، لكنه في نهاية المطـاف سيكتب الإجابة الصحيحة، ويفيد من كلٍّ من التمرين ومتعة الاستجابة لإنجازه.

أمـا الطلاب الذين يقـدّرون التعلم الخالي من الأخطاء، فقـد يستمتعون أيضاً بالتمّرن بمساعـدة أشرطة تسجيل لحقائق الرياضيات التي يتخللهـا فترة انتظار قبل الإجابة عن كل سؤال. ويمكنك أن تسجل هذه الأشرطة بصوتك أو تشتريها من المواقع الإلكترونية المذكورة فـي الملحق أ. ويمكـن لأولياء الأمور والمعلميـن المساعدين والطـلاب المسؤولين أن يعملوا كمعلمين في الرياضيات الخالية من الأخطاء عندما يشاهدون كيفية تطبيقها ويتلقون تدريباً عليها بصورة كافية.

نظراً لأن عمليةُ الضرب تعدُّ مهارةً تأسيسيةً مبكرة من نوع «إمّا أن تنجح وإمّا أن تفشل»– على الأقل حتى تبدأ دروس ضرب الكسور– فإنه من المفيد أن تكون لديك طرائق عدة لتدريسها. ابدأ ببناء فكرة أن ضرب الأعداد الصحيحة الموجبة شبيه بجمع العدد نفسه عدداً من المرات.

استخـدم دعم الدوباميـن بدلاً من الطلب إلى طلابك أن يتمرّنـوا على جداول الضرب بالترتيـب من 1 إلى 10، وشجعهم علـى اختيار العدد الذي يفضّلون البدء به، أو أرشدهم إلى أن يـروا مدى معرفتهم بعمليـات الضرب بدءاً بالأعداد 1 و2 و5 و10. يمكنهم أن يعدّوا بـِ 2 و5 و10 كي يحصلوا على إجابات حلّها صحيح.

أعطِ الطلاب نسخاً من جدول الضرب إلى العدد 10 ، واطلب إليهم شطب الأجزاء التي أتقنوها. (يمكنك أن تطبع نسخاً مصمّمة لتناسب كل طالب في مستوى التحدي القابل للتحقيق، مستخدماً نماذج مثل النماذج على الموقع الإلكتروني: www.superkids.com/aweb/tools/math). بعـد أن يشطب الطلاب جداول ضـرب 1 و2 و5 و10، اطلب إليهم إيجاد هذه الأعداد في صفوف جداول ضرب الأعداد الأخرى. حافظ على بقاء معنوياتهم عالية عندما يشطبون «التكـرارات» التـي يعرفونها من جدول الضرب. فمثـلاً، إذا كان الطالب يعرف جدول ضرب

العدد 5، فبيِّن له أنه يعرف أن 3 × 5 = 15 (في جدول ضرب 3)، وأن 5 × 3 = 15 (في جدول ضرب 5) على حدٍّ سواء.

بعد أن يتقن الطلاب بقية الأعداد في جدول الضرب باستخدام إستراتيجية الرياضيات الخالية من الأخطاء، فإنهم سيستمتعون في شطب الأعداد كلها من جداولهم. لذا، ذكّرهم أن أدمغتهم لا تزال بحاجة إلى التمرّن كي تكون سليمة، تماماً كالعضلات. وضّح لهم أيضاً أن الشبكة العصبية الجديدة تحتاج إلى تنشيط دوريّاً؛ كي تبقى قوية، مثل شحن الهاتف الخلوي حتى يستمر في العمل.

عندما تصبح هذه الحقائق لدى طلابك تلقائية، ويحلون المسائل دون أن يقضوا وقتاً في حساب عملية الضرب، فذكّرهم أن جهودهم آتت أكلها، وأصبح لديهم الآن القدرة العقلية التي يحتاجون إليها لحل كثير من المسائل الجديدة التي تتطلب هذه المعلومات الأساسية، ومنها المسائل التي تتضمن القسمة، والكسور الاعتيادية، والكسور العشرية.

*** إستراتيجية: فهم الكلمات التلميحية**

يتعين على الطلاب أن يعرفوا الرموز الرياضية الأساسية قبل إجراء العملية الحسابية. ولما كان كثير من الكلمات تستخدم في الإشارة إلى الرموز الأساسية خاصة في المسائل النصية، فإن الطلاب يمكن أن يحتفظوا بجداول فردية وجماعية للصف كله، تتضمن الكلمات التي تمثّلها إشارات الضرب، والقسمة، والجمع، والطرح، والتساوي، والنسبة.

في النهاية، سيواجه الطلاب أكثر من معنى لعبارات الكلمات التلميحية، مثل: «كم حبة زبيب يمكن أن يحصل عليها كل طالب؟». فكلمة «كم» يمكن أن تكون تلميحاً لعملية القسمة أو الجمع أو الطرح. لذا، أخبر الطلاب مسبقاً أن الكلمات التلميحية ليست قواعد في حدّ ذاتها، وأنه لا يمكنهم أن يغلقوا عقولهم ويستخدموا تلقائياً إشارة الجمع بدلاً من هذه الكلمة في كل مرة يرون فيها «كم» أو يسمعونها. وعليه، فمن المفيد كتابة أمثلة على الكلمات التلميحية جميعها التي يمكن أن ترد في العبارات والحسابات والرموز. والأمثلة الآتية مفيدة جدّاً للكلمات التلميحية التي تحمل أكثر من معنى:

الجمع: اجمع، زائد، مجموع، إجمالي، معاً، زاد بـ، ارتفع، اكتسب، زيادة على (مثل «3 زيادة على 7 تصبح 10»)، ضع معاً، في المجموع.

الطرح: ناقص، الأخذ من، الفرق، أقل من، احذف، اطرح، يعطي، يبيع، يخسر، تقل عن، تنقص عن، الفرق بين.

الضرب: حاصل ضرب، عدد مرات، ضعفين (ثلاثة أضعاف، إلخ). بعض المسائل تزودنا بمعطيات عن شيء واحد، وتطلب إيجاد القيم الكلية (وينطبق ذلك عندما نتعامل أيضاً مع ضرب الكسور الاعتيادية).

القسمة: ناتج، النسبة المئوية لـ، لكل، نسبة، تقسيم، تجزئة إلى، مقطوعة إلى، مقسوماً، توزيع بالتساوي. بعض المسائل تزودنا بمعطيات عن أشياء عدة، وتطلب إيجاد مجهول واحد.

يساوي: يبلغ، هو، مجموعه.

* إستراتيجية: استخدم الآلات الحاسبة والجداول

إن للذاكرة العاملة كما نعرف، قدرة تخزين محدودة. والذاكرة العاملة هي التي تستخدمها عندما تبقي الأرقام في ذهنك عند حساب مسألة ما ذهنيّاً، مثل 83 − 17 أو 14 × 11. ولكلٍّ منا قدرة محدودة مختلفة في كمية المعلومات التي يمكن أن تحملها هذه الذاكرة عندما نجري عملية حسابية ما. ولا يحتاج الطلاب إلى حفظ الحقائق الأساسية جميعها قبل أن يفهموا المفاهيم الأساسية (Bransford, Brown, & Cocking, 2000).

فكّر كيف يمكنك أن تقلّل من المعيقات (دون أن تلغيها تماماً) لدى الطلاب الذين لم يتقنوا عمليات الضرب، غير أن لديهم الاستعداد لكي يتقدموا مع بقية طلاب الصف، ويتعلموا دروس القسمة. في هذه الحالة، فإن حساب عمليات الضرب قد يؤخّرهم، وقد يصابون بالإحباط، أو قد لا تكون لديهم الذاكرة العاملة لإجراء عملية الضرب بتأنٍّ عندما يتعلمون مفهوم القسمة المطوّلة وإجراءاتها. فمثلاً، إذا أُعطي طالب لا يتقن عملية الضرب مسألة القسمة المطوّلة هذه 428 ÷ 7، فقد يقضي خمس دقائق وهو يضيف عموداً يتكوّن من سبعة أسداس في كل مرة، ويجد أن 7 × 6 = 42. وفي الوقت الذي ينتهي فيه من هذه الخطوة، سيكون بقية طلاب الصف مشغولين في الخطوة الثالثة من المسألة، ولن يتمكن هذا الطالب من اللحاق بهم. من المحبط للطلاب عندما يتعلمون عملية جديدة أن يتخلّفوا عن أقرانهم؛ لوجود ضعف لديهم

في العمليات الحسابية الأساسية. لذا، عندما تعرض مفهوماً جديداً يعتمد على التلقائية التأسيسية، فإن الآلات الحاسبة أو جداول الضرب ستكون أدوات دعم تعليمية منطقية.

يمكن أن يستخدم الطلاب الآلات الحاسبة أو جداول الضرب الملصقة في دفاترهم، أو على أدراجهم، عندما يتمرّنون على القسمة المطوّلة. وسوف يستمرون في التمرّن وحل الواجبات المنزلية التي تؤسّس لديهم التلقائية في عمليات الضرب، دون أن تلغي تحسّنهم في اكتساب مهارة جديدة (مثل: القسمة) مع الصف. إن المكافأة الذاتية في استيعاب المفهوم الجديد مع زملائهم تساعد هؤلاء الطلاب على توليد الدافعية لديهم، للاستمرار في تأسيسهم المهارات التي يفتقدونها بدلاً من أن يزدادوا تراجعاً، وهذا يزيد من الشعور السلبي لديهم تجاه الرياضيات.

هناك دراسة حول استخدام الآلة الحاسبة في زيادة تحصيل الطلاب ومواقفهم الإيجابية تجاه الرياضيات، فقد وجد الباحثون أن فرص اندماج الطلاب دون الآلات الحاسبة ستكون أقل ما يمكن، وسيستخدمون فعلياً ما يتعلمونه بطريقة مجدية، وسيشعرون دائماً أنهم يحاولون اللحاق ببقية زملائهم بدلاً من مواكبتهم. لذا، أوصى الباحثون باستخدام الآلة الحاسبة عندما يثير استخدامها الدافعية لتعلم الرياضيات وليس النفور منها؛ لأن استخدامها سيكون منطقيّاً. وباستطاعة الطلاب، بل يتعين عليهم، أن يطوروا نقاط الضعف لديهم في مهارات الحساب التي تجعلهم بحاجة إلى الآلة الحاسبة، ولكن سدّ الثغرات لدى الطلاب في المهارات أفضل من زيادة نفورهم منها (Hembree & Dessart, 1986).

قد تكون جداول الضرب فعّالة لدى الطلاب الذين يتمتعون بتوجّه مكاني أو فراغي ومهارات التتبّع البصري. فالطلاب الذين يستجيبون للتسلسل البصري في إدخال الأرقام ورؤيتها على شاشة الآلة الحاسبة، يستفيدون من التتابع البصري- المكاني لإدخال الرقم 4، ثم 6 ، ومن ثم رؤية الناتج 24. ومن المفيد أن تطلب إلى الطلاب أن يجرّبوا كلا الخيارين، وأن تتابع مدى تحسّنهم في عمليات الضرب لترى هل تحسّنت ذاكرتهم مع تسلسل الأرقام على شاشة الآلة الحاسبة، أو مع النمط الثابت لجداول الضرب.

* إستراتيجية: بناء الاعتماد على الذات

إذا كان طلابك يعانون القلق لأن إجاباتهم في أوراق العمل غير صحيحة، ويريدون التأكد من كل مسألة قبل أن يتابعوا، أو إذا كانوا يصرّحون بصوت عالٍ «لا أفهم» قبل أن تنتهي من الشرح أو المثال، فكيف تتعامل معهم؟ يحتاج هؤلاء الطلاب إلى بناء الثقة والاعتماد على الذات بدلاً من اليأس من التعلم. لذا، فمن المفيد أن تكون لديك مجموعة من الخطط يتبعها الطلاب قبل أن يطلبوا المساعدة.

لتشجيع هذا النوع من الاستقلالية في الصف، أطلب إلى طلابي قبل أن يطلبوا المساعدة أن يجدوا أولاً: مثالاً محلولاً في كتابهم أو دفاترهم شبيهاً بالمسألة التي يحلونها، وثانياً: عليهم أن يقرؤوا المثال بدقة، ويتبعوا الخطوات كي يستطيعوا شرحها بكلماتهم الخاصة. وغالباً ما يكونون قادرين على ربط العملية بالمسألة الجديدة بمساعدة قليلة مني. لذا، إذا اتبع الطلاب هذه الطريقة فسيصبح كثير منهم قادرين على الاعتماد على ذواتهم، وتزداد ثقتهم بقدراتهم الرياضية جنباً إلى جنب مع مهاراتهم.

إذا أصبح طالب ما غير واثق من مهاراته في الرياضيات بسبب خبراته السلبية في المدرسة سابقاً، فقد يكون من الصعب منعه من طلب المساعدة قبل أن يحاول حل مسألة محيّرة وحده. عندما يحدث ذلك، فكن مطَمئناً له وغير ناقد عندما تذكّره أنك واثق من أنه يعرف ماذا ستقترح عليه. وفي العادة، إن الطالب الذي يحصل على الثقة من جراء دعمك له، ستكون عملية البحث عن مسألة مشابهة في الكتاب أو الدفتر أو واجب منزلي سابق كافية ليثابر وحده، ويكسب المكافأة الذاتية المرتبطة بها. إنها حقاً إحدى أكثر خبرات التدريس المجزية، وهي رؤية طلاب يصل إلى لحظة «آها!» التي تصاحب النقلة النوعية من العبارة المتوقعة «لا أفهم» إلى «لقد فعلتها! وجدت مثالاً، واستنتجتُ الحل وحدي!».

تدعم الإستراتيجيات جميعها التي شرحناها في هذا الفصل العمل الفعلي للمرونة العصبية. لذا، ذكّر الطلاب بإيمانك العميق بقدرة أدمغتهم على أن تتغيّر وتصبح أقوى.

من أفضل الأمور المتعلقة باستخدام الإستراتيجيات المرتبطة ببحوث الدماغ هو أن الطلاب يستمتعون بالتعلم، ويكتسبون التمكين، فيستطيعون إدراك التغيرات في أدمغتهم كلما اكتسبوا المعرفة، وصحّحوا الأخطاء، وشاركوا وثابروا.

لذا، لا تتردد في تكرار وصف المرونة العصبية، خاصة عندما يشعر الطلاب بالتوتر حيال مهارة يعتقدون أنها ليست ضمن قدراتهم ولن تكون، وذكّرهم أن الدارة الكهربائية للخلايا العصبية تنشط لديهم في كل مرة يراجعون فيها أو يكرّرون معلومة أو نشاطاً. عزّز لديهم الفهم بأنهم في كل مرة يفعّلون فيها دارة كهربائية عصبية ما (لأنهم يستدعونها إلى الذاكرة النشطة، لحل مسألة، أو الإجابة عن سؤال، أو التمرّن على حركة رياضية أو الطباعة)، فإن تدفق التيار الكهربائي في هذه الدارة يوعز إلى الدماغ بتقويتها.

إن تشجيعك الطلاب، إضافة إلى علم الأعصاب المتضمن في دليل صاحب الدماغ في الملحق ب، سيستمران في مساعدتهم على إدراك أن لديهم القدرة على تغيير أدمغتهم، وجعلها تتذكر لمدة أطول وبصورة أقوى، وبناء المهارات من خلال التمرّن، وكذلك بناء بنوك الذاكرة لديهم من خلال المراجعة. يمكنك أيضاً أن تضع للصف شعار التمرين يصنع الديمومة حتى يتذكّر طلابك مراراً وتكراراً أن بإمكانهم النجاح من خلال بذل الجهد؛ لأن لديهم القدرة على تغيير أدمغتهم وذكائهم.

تحفيز طلابك جميعهم

«قلم رصاص وحلم سيأخذانك إلى أيّ مكان».

جويس مايرز Joyce Myers – سيدة أعمال أمريكية

أنت صبور، وتشجع الطلاب، وتوفر لهم الوقت في الحصة وخارجها لمساعدتهم، وتضع أنشطة تفريد للتحدي القابل للتحقيق. ومع ذلك، لا يزال بعض الطلاب يردّدون الشكاوى نفسها التي نسمعها كل سنة، مثل «الرياضيات أسوأ المواد لديّ»، و «أنا أعرف هذا من قبل. ألا يمكننا أن نتعلم شيئاً جديداً هذه السنة؟»

لأن كلمة ممل من أكثر الكلمات الشائعة التي يستخدمها الطلاب لوصف سبب كرههم للرياضيات، فمن المفيد أن نناقش ماذا يعني الطلاب بذلك. إن قوة الملل أو النفور لا تقتصر على عدم الاستمتاع بمادة دراسية أو موضوع ما، بل قد تؤدي إلى ترك المدرسة كلياً.

على المستوى الأمريكي، يتسرّب 50% من طلاب المرحلة الثانوية في أكبر مدن الولايات المتحدة تسرّباً كليّاً من المدرسة، وهي أعلى نسبة تشهدها البلاد، وهي المرة الأولى منذ إنشاء المدارس الحكومية تكون فيها نسبة تخرج الآباء من الثانوية العامة هي على الأرجح، أكثر من نسبة تخرج أبنائهم من هذه المرحلة. وتعدُّ الولايات المتحدة الأمريكية الدولة الصناعية الوحيدة في العالم التي توجد فيها هذه الظاهرة. وتقو دراسة أجرتها منظمة التنمية والتعاون الاقتصادي أنه على الرغم من أن كثيراً من الطلاب لا يتركون المدرسة كليّاً، فإنهم ينسحبون من خلال التغيب المستمر، والسلوك العدوانيّ، وعدم الاستعداد للامتحانات والواجبات المنزلية

على نحوٍ كافٍ (Organization for Economic Co-operation and Development, 2004). وقد وجدت دراسة أخرى أن الرسوب في الرياضيات بدءاً من الصف السادس، والحصول على علامة غير مرضية للسلوك في مادة واحدة على الأقل، قبل المرحلة الثانوية، هما مؤشران من أكبر أربعة مؤشرات على ترك الثانوية. وفي الواقع، أن 75% من الطلاب الذين انطبق عليهم هذان المؤشران (الرسوب في الرياضيات وعلامة غير مرضية للسلوك في مادة أخرى) تركوا المدرسة منذ أن كانوا في الصف السادس (Neild, Balfanz & Herzog, 2007). ولا شك في أن علاقة الرسوب بالرياضيات والسلوك غير المرضي هي نتيجة طبيعية لردة فعل القتال/ الفرار/ التجمّد للدماغ على السلبية تجاه الرياضيات.

ومن المفاجئ أن صعوبة المحتوى الأكاديمي ليست السبب الذي يجعل الطلاب يتركون المدرسة؛ ففي سنة 2006، شارك 81,499 طالباً من الصف التاسع وحتى الثاني عشر من 26 ولاية في مسح حول الأسباب التي جعلت الطلاب يتركون المدرسة. في استطلاع الرأي ذلك، قال 27% منهم فقط إنهم قد يفكرون في ترك المدرسة؛ لأن المواضيع صعبة للغاية، في حين قال معظمهم إن السبب الذي يجعلهم يفكرون في ترك المدرسة هو أنها مملة. لكن، ماذا يعني الذين استطلعت آراؤهم بكلمة «مملة»؟ السبب الذي عبّر به 74% عن شعورهم بالملل في الصف هو أن «المادة ليست مثيرة للاهتمام»، في حين قال 39% منهم إن «المادة لا تعني لي شيئاً». وهناك أمر آخر مهم هو مستوى التفاعل بين المعلم والطالب، فقد عزا 31% منهم سبب مللهم إلى «عدم وجود تفاعل بينهم وبين المعلمين» (Yazzie-Mintz, 2007).

إننا نطمح لنحفّز الطلاب على النجاح في الرياضيات، وتحسين مهارات التفكير والتحليل الممتدة المرتبطة بالمعرفة المفاهيمية الحقيقية لديهم في الرياضيات. إضافة إلى منعهم من ترك المدرسة، إلا أن للتحفيز فوائد أخرى، إذ إن الطلاب المحفّزين سيكونون أكثر تعاوناً وأقل احتمالاً ليكونوا «مشكلات سلوكية». فالسلبية تجاه الرياضيات، على نحو ما ذكرنا سابقاً، مرتبطة بالسلوك التفاعلي القتال/ الفرار/ التجمّد. وعليه، فإن تدخّلك قد يسهم في زيادة انتباه الطلاب وموقفهم الإيجابي تجاه الرياضيات بدلاً من السلبية.

تبـدأ الإستراتيجيات في هذا الفصل بالتركيز على جذب الخيال الجمعي والانتباه لدى طلابك، وهي تماماً ما يتطلبه إيصال المعلومات إلى قشرة الدماغ الأمامية بدلاً من إيصالها إلى منطقة القتال/ الفرار/ التجمّد للدماغ السفلي، ومن ثم سنبحث في إستراتيجيات أخرى للحفـاظ على هذا الانتباه، وبنـاء الذاكرة العاملة من خلال تخفيـف التوتر وزيادة العواطف الإيجابية.

تحفيز الطلاب من خلال المشاركة الفعالة

إن معرفتـك باهتمامات طلابك، ومستوى الخلفية النظرية لديهم تساعدك على ابتكار دروس تتمتع بالمدخلات الحسية التي ستُختار على الأرجح من قبل الجهاز الشبكي المنشّط (Reticular Activating System–RAS). ولأن هذا الجهاز يستجيب إيجابيّاً للمدخلات الحسية التي يعتقد أنها تزيد من عوامل البقاء، وتسبب المشاعر الممتعة، وتؤدي إلى تحقيق الأهداف


المادة الرمادية

الجهاز الشبكي المنشّط (RAS)

تدخل المعلومات جميعها إلى الدماغ على صورة مدخلات حسيّة، ويتعين أن تدخل هذه المدخلات من خلال الجهاز الشبكي المنشط، وهو أكثر مرشحات الدماغ بدائية، لإدخال المعلومات إلى مناطق معالجتها. يوجد في كل ثانية مليارات من المعلومات الحسية الدقيقة من صوت، وضوء، ولون، ورائحة، ولمس، ووضع العضـلات، والأعضـاء الداخلية، ولكن لا يدخل منها إلى الجهاز الشبكي المنشط سوى بضعة آلاف في كل ثانية (Lawrence, Ross, Hoffman, Garavan, & Stein, 2003).

ولولا مرشح الجهاز الشبكي المنشط، فإن جهازنا العصبي سُيثقل بالمدخلات. وبدلاً من ذلك، فإن هـذا النظام–وتتبعـه اللوزة العصبية–يسمح للدماغ أن يحددّ الأولويـات، ويختار ما يكفي من المدخلات ليسمـح لها بالنفاذ إلى إدراكنـا؛ حيث إن اختيارات الجهاز الشبكي المنشط تحدّد ما الذي يجب أن يعمل عليه الدماغ المفكّر في مستوى الوعي. فإذا لم يختر هذا المرشح البدائي المعلومات التي يتضمّنها درسك، فلن تكون هناك أي فرصة «لتعلّمها».

في الحيوانات، وكذلك في البشر، يركز الجهاز الشبكي المنشط على التغيّرات التي تحدث في البيئة المحيطة، وينبّه الدماغ بصورة انتقائية إلى الأصوات، أو المناظر، أو الروائح الجديدة التي يمكن أن تشير إلى وجود أخطار أو فرص للمتعة. هذه الاختيارات هي التي تسمح للحيوانات بالبقاء على قيد الحياة (يعدُّ الطعـام والماء، والأماكن الآمنة أموراً ممتعة) وتكاثرها (تُختار المدخلات الحسية التي تشير إلى احتمال وجود زوج بسبب ارتباطها بمتعة التجربة الجنسية). إن الجهاز الشبكي المنشط لدينا لم يتطور كثيراً عن الجهاز الموجود لدى الثدييات الأخرى؛ فهو يظل يقظاً أولاً للخطر المحتمل. وعندما يتأكد هذا الجهاز من عدم حدوث أي تغييرات تتطلب ردات فعل دفاعية فورية (القتال/ الفرار/ التجمّد)، فإنه يختار المدخلات الحسية التي تتعلق بالتغيّرات المرتبطة بالخبرات الممتعة السابقة.

تؤثر استجابة الجهـاز الشبكي المنشط للمدخلات الحسية في سرعة المعلومات ومحتواها ونوعها التي تدخل إلى مناطق التفكير العليا في الدماغ، فهذا الجهاز هو المفتاح الذي يوقظ أو يثير مستوى قابلية الدمـاغ لاستقبال المدخـلات. مثلاً، أظهرت صور التصوير المقطعي بالإصـدار البوزيتروني (Positron Emission Tomography–PET) نشاطـاً متزايـداً في الجهاز الشبكي المنشط عندما تغيّر الأفراد من حالة الاسترخاء إلى المهام التي تتطلب الانتباه (Kinomura, Larsson, Gulyas, & Roland, 1996).

تظهر البحوث المعرفية أن ثمة علاقة ارتباط بين الذكاء وقدرة الدماغ على اختيار أنماط المعلومات التي يسمح لها بالدخول خلال الجهاز الشبكي المنشط. وتختلف قدرات الطلاب على الكف الفعال للمدخلات الحسية التي لا تتعلق بالمهمة المطلوبة؛ ففي إحدى الدراسات، ظهر أن الأطفال الذين يتمتعون بمستوى عالٍ مـن الذكاء كانوا أكثر قدرة على مطابقة المعلومـات بأهداف المهمة، وأكثر كفاية في استبعاد المعلومات التـي لا تتعلق بالمهمة مقارنـة بالمجموعة الضابطة «الطلاب العاديون»، مما يشير إلى أن الجهاز الشبكي المنشط للأطفال «أصحاب الذكاء عالي المستوى» اختار المدخلات بكفاية أكثر بناءً على الهدف أو المهمة الحالية (Vigneua, Caissie, & Bors, 2006).

الآنيــة المرغويــة، فإن استخدام الإستراتيجيات التي تحفز استجابـة «أنا هنا الآن» تزيد من احتمال أن يختار مرشح الدماغ البدائي هذه المعلومات التي تريد إيصالها إلى أدمغة طلابك.

ولمّا كان الجهاز الشبكي المنشط يبحث أيضاً عن التغيرات في بيئة التعلم، فإن عاملي المفاجـأة والتجديـد يمكن أن يكونا أداتين فعالتين في الصــف لتعزيز الانتباه لدى الطلاب. لــذا، يمكن دمج التجديد في الدروس من خلال التنويع فــي الإثارة الحسية (نغمة الصوت أو جهوريّتــه أو إيقاعه)، والإشــارات أو التغيرات البصرية كاللون والحركة، أو أي تغيرات حسيّة

أو حركيـة. ويمكـن أن تجلب هذه الإشارات جميعها الانتبـاه إلى ما ترغب في أن يراه طلابك ويسمعوه. ويجب أن يختار الجهاز الشبكي المنشط المدخلات الحسية التي تستخدمها بوصفها أكثر متعة من الأصوات القادمة من ملعب المدرسة، أو من حديث جانبي مع الزميل في المقعد المجاور. وهذه منافسة قوية جداً عندما تكون وظيفتك تدريس القسمة المطوّلة.

*** إستراتيجية: أشرك الطلاب من خلال مثيرات الجهاز الشبكي المنشط**

يجـذب التجديـد، والتغيير، والمفاجأة انتباه الطلاب، ويمكـن أن تعزز هذه الأمور غير المتوقعة حالة الدافعية لديهم (Hunkin et al., 2002). إن إخبار الطلاب أن عليهم أن يتعلموا الرياضيـات لينجحوا في الامتحانـات– أو حتى لأنهم يحتاجون إلى معرفتها لضمان نجاحهم في المستقبل– ليست مدخلات حسّية قيّمة يختارها الجهاز الشبكي المنشط. وهذه المعلومات وحدها ليست من ضمن إستراتيجية «أنا هنا الآن» التي يربطها الجهاز بالبقاء على قيد الحياة أو بالمتعة.

إن الـذي سيثيـر هـذا الجهـاز فـي البدايـة هـي أمـور تتضمـن التجديـد أو التغيير، أو تثيـر الفضـول، أو ترتبـط بالمتعـة. ويمكنـك جـذب انتبـاه طلابـك من خـلال الحركة، أو اللـون، أو الموسيقـى، أو الإعـلان، أو الأحـداث المتناقضـة، أو أمـور لا يمكـن توقّعهـا (كأن تمشـي داخـل الصـف بطريقـة عكسيـة إلى الـوراء قبـل أن تبـدأ درساً عـن الأعداد السالبة).

إن معرفتنـا أنّ التجديدَ محفزٌ كبير للجهاز الشبكي المنشط، سيجعلنا نستنتج منطقياً مـن الناحيـة العصبية أنه إذا كانت المدخلات الحسية الجديـدة غير كافية لتنبيه الجهاز– كالدروس التي تُقدّم ببـطء شديد للطلاب الذيـن لديهم معلومات مسبقاً عنهـا– فإنها لن تجـذب انتباهـم. إن تفريد التعليم الـذي يأخذ في الحسبان المستويـات المختلفة للتحدي القابـل للإنجـاز، يصبح مهمّاً هنا مرة أخرى. مثلاً، عندما يكـون بعض الطلاب على معرفة سابقة بالمحتوى ولا يستجيب الجهاز الشبكي المنشط الخاص بهم، فقد تفوتهم معلومات هي فـي الواقع جديدة ومهمة عند تقديمها إليهم. وهذه دروس تتطلب أن تكون مجزّأة إلى أجزاء

قصيرة عند تدريس المعرفة التأسيسية (التي تعرف أنها «مملة» لبعض الطلاب)، ولكنها قد تتضمن لاحقاً معلومات جديدة لا يعرفها هؤلاء الطلاب. لذا، خطّط مسبقاً لكلمات تلميحية متفق عليها (مثلاً، ضع قبّعة على رأسك، اكتب بلون خاص)، أو كلمات رمزية لتنبيه الجهاز الشبكي المنشط لهؤلاء الطلاب ليستعيدوا الانتباه عندما تسعى إلى إيصال معلومات جديدة ومهمة في الدرس إليهم.

فيما يأتي أمثلة إضافية على كيفية تعلم معلومات جديدة:

طريقة الكلام: جرّب التحدث بلهجة جديدة، أو بإيقاع مختلف.

لحظات الصمت المثيرة: التوقف عن الحديث بطريقة لافتة قبل أن تقول شيئاً مهمّاً لجلب انتباه الطلاب عمّا ستقوله بعد ذلك أو ستفعله.

ترتيب الكلمات: ابدأ الجمل بترتيب غير مألوف للكلمات. مثلاً، ابدأ الدرس عن ترتيب العمليات الرياضية بقولك: «فكّر، عندما تحل المسائل الرياضية فيما ستفعله». وسّع هذه الإثارة لدى الطلاب من خلال كتابة مسألة يحتاجون فيها إلى معرفة ترتيب العمليات الرياضية للوصول إلى الحل الصحيح، مثل: $80 - 20 \times 3 =$ ____. سيكتب بعض الطلاب الإجابة: 180، في حين سيجيب آخرون بطريقة صحيحة بأن يبدؤوا بعملية الضرب أولاً، فيجدوا أن الجواب هو 20. ونظراً إلى اختلاف الإجابات تماماً، فإن الطلاب يريدون الآن معرفة ما الذي تريد أن تعلمهم إياه، ومن الأرجح أنهم جميعاً واثقون أن إجاباتهم صحيحة.

الألوان لإضفاء التجديد والتمايز: اكتب النقاط الرئيسة بألوان تدلّ على أهميتها، واطلب إليهم كتابة هذه الألوان نفسها في دفاترهم باستخدام أقلام الرصاص أو الحبر. إذا اخترت الألوان: الأخضر، والبرتقالي، والأحمر، لإظهار زيادة أهمية اللون، فبإمكانك أن تضع صورة لإشارة المرور في الصف لتذكير الطلاب بالنظام. وسيؤدي تغيير الألوان ليس إلى زيادة انتباه الجهاز الشبكي المنشط فحسب، بل إلى الحركة التي ستحدث داخل الصف عندما يمسكون أقلامهم الجديدة. وهذا سيؤدي إلى جلب انتباه الطلاب الذين تشتت تفكيرهم. وسيكون لديهم أيضاً إشارات تدل على الأهمية عندما يدرسون المادة ويريدون معرفة المعلومات الناقصة المتعلقة بالكلمات التي كتبوها بألوان دالّة على الأهمية.

شكل الخط: يمكن أن ينعش التغيير في نوع الخط (بما في ذلك اللون) التركيز على أداء الامتحانات وأوراق العمل.

قبّعة التفكير: ارتدِ قبّعة خاصة عند تدريس النقاط المهمة في الدرس، وحركها إلى اليمين، ومن ثم إلى الخلف كي تشير إلى الأهمية الأكثر فالأكثر.

قراءة قصيدة: عندما يدخل الطلاب إلى الصف، أسمعهم قصيدة لها علاقة بالدرس، واطلب إليهم معرفة العلاقة بين القصيدة والدرس. عندئذٍ، سوف يستمعون إلى الدرس باهتمام أكثر، لمعرفة العلاقة بينهما.

تلميحات باللباس: ارتدِ ملابس عليها رسوم هندسية عند إعطاء الدروس المتعلقة بالأشكال.

إثارة الدافعية بالتخمين: املأ كأساً بالماء حتى تفيض، وأعطِ مسائل تتضمن أرقاماً كبيرة جداً في الواجب المنزلي، ودع الطلاب يتأخروا عند الذهاب إلى الاستراحة. عندما يستفسر الطلاب عن هذه التصرفات أجبهم بأنك لم تخمّن قبل أن تخطط.

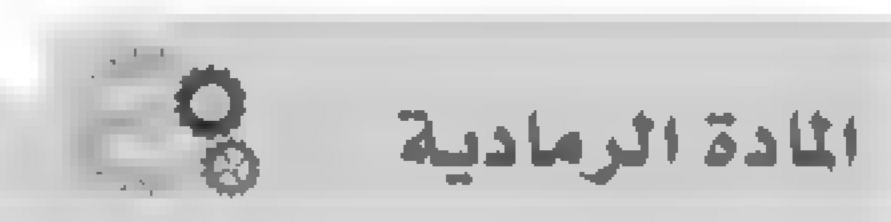
النعناع: ضع أوراق نعناع على كل درج قبل أن يدخل الطلاب، دون أن تخبرهم بالسبب، بل اطلب إليهم كتابة أفكارهم حول علاقة النعناع بالدرس في أثناء سير الحصة. يمكنك أن تجد العلاقة بين النعناع وأي درس تقريباً (كأن يكون موضوع الدرس يبدأ بحرف النون مثل النسبة ونصف القطر، أو نشاط حول عملية الجمع أو الطرح)، عندما يضيف الطلاب أو يزيلون أوراق النعناع للحصول على المجموع أو الفرق.

* إستراتيجية: عزّز التحدي القابل للانجاز من خلال «الأرقام الصديقة»

يستمتع معظم الأطفال بالتحدي القابل للانجاز في ألعاب الفيديو، ويندهشون عندما يرون شخصاً يقوم بالعمليات الحسابية بسرعة الآلة الحاسبة. مثال ذلك يمكن أن يكون وحدة دراسية عن «الأرقام الصديقة»، مثل إجراء عملية الجمع الآتية ذهنيّاً 23 + 27 بتغيير الأرقام إلى 20 + 30 للحصول على الناتج 50. يمكنك كتابة المسألة على السبورة، بينما يستخدم الطلاب الآلة الحاسبة لمعرفة الإجابة. في الوقت الذي يُدخل الطلاب الأرقام في الآلة، أعلن

عـن الإجابـة قبل أن تظهر لهم على شاشة الآلة الحاسبـة. لكي تثبت لهم أنك لم تحفظ هذه المسألة، يمكنك إعطاؤهم مجموعة من المسائل تتضمن الأرقام الصديقة، ويأخذ كل منهم دوراً في اختيار مسألة لتحلّها أنت ذهنيّاً في الوقت الذي يستخدم فيه الطلاب الآلة الحاسبة. بعـد الدرس، يمكـن أن يكمل الطلاب حل بقية المسائل في ورقة العمـل في غرفة الصف، أو على أنها واجب منزلي.

ستثيـر الدافعية لدى الطلاب ليعرفوا كيف يمكنك معرفـة الإجابة بهذه السرعة.إذ إن أدمغتهم البسيطة تشعر بالفضول، مما يؤدي إلى شعورهم بالرغبة في تعلم ما يجب أن تدرّسهم إياه.



التجديد والتركيز اليقظ

أجريـت تجربة لتقويم أثر الجِدَّة novelty في الانتباه، فعُرضت على الخاضعين للاختبار مجموعة متنوعـة مـن الصور متبوعة بسلسلة من الكلمات ليصنّفوها بناء علـى المعنى. وفي اليوم التالي، شاهدت إحـدى المجموعات صوراً جديدة، فـي حين شاهدت المجموعة الضابطة صـوراً مألوفة. ثم طلب إلى كل مجموعـة أن يذكروا ما يستطيعون مـن الكلمات من قائمة اليوم السابق. وكان التذكّر لدى المجموعة التي شاهـدت صـوراً جديدة أفضل علـى نحوٍ ملحوظ. وبناءً على رأي فريق البحث، بـدا أن التجديد يعمل على تعزيـز الانتباه والذاكرة. واقترح الفريق لتحسين الذاكرة أنه يتعين بدء الدروس بمعلومات جديدة مذهلة قبل الانتقال إلى درس جديد (Eriksen & Schultz, 1979).

* إستراتيجية: بناء حبّ الاستطلاع والتوقع الإيجابي

إضافة إلى فتح الجهاز الشبكي المنشط للمدخلات الجديدة، فإن الدروس التي يتخلّلها التوقـع الإيجابي، وحب الاستطلاع، وروابط واضحـة بخبرات إيجابية سابقة، تزيد أيضاً من التركيـز، والذاكرة، ومستويات الدوبامين للمتعـة. ولتحقيق ذلك، هناك بعض الطرائق التي تستخدم أساليب الإعلانات، والأحداث المتناقضة، والنتائج الحسابية المذهلة.

الملصقات: استثر حبّ الاستطلاع حول درس قادم من خلال ملصقات تتضمن تلميحات عن الموضوع، بوصفه نوعاً من الإعلان عن «مشكلة عسيرة». يمكن أن يدوّن الطلاب توقعاتهم، وسيدخلون إلى الصف يعتريهم حب الاستطلاع كل يوم لمشاهدة إن كنت قد أضفت تلميحات أخرى. مثلاً، يمكن الإعلان عن درس الكسور الاعتيادية بإعطاء تلميحات يُعبَّر عنها بوساطة صور لذراع ملفوفة بالجبس في اليوم الأول، وصورة أشعة لذراع مكسورة بعد أيام عدة، تتبعها ورقـة موسيقية فيها ألحـان كاملة وأنصاف ألحان، وأخيراً صور لأدراج رُتِّبت بطريقة جديدة (نصفها على أحد جوانب الغرفة، وربعها في قسم ثانٍ من الغرفة، وثُمنان منها في قسم ثالث).

الأحداث المتناقضة: ابدأ الدرس أو الوحدة بعرضٍ له نتيجة غير متوقعة، أو بجملة تخالف التوقـع الأول للطلاب. إن هذا سيجلـب انتباههم من خلال إحداث تنافر معرفي، وستلاحظ أدمغتهـم تناقضاً بين ما يرونه ويسمعونه، وما يبـدو منطقيّاً لهم. ونتيجة لرغبة الطلاب في استيضـاح التنافر-بيـن ما يعتقدون أنهم يعرفونه والمعلومـات التي لا يبدو أنها متطابقة مع معرفتهم السابقة- يمكن أن تأتي الحماسة للانتقال إلى مستوى جديد أعلى من الفهم. وفيما يأتي بعض الأمثلة على الأحداث المتناقضة التي لها قيمة تعليمية:

الحجم: اطلـب إلى الطلاب أن يملؤوا أوعية رفيعة طويلة بالماء أو حبات الفاصوليا، ثم يخمنوا ما إذا كان الماءُ سيملأ وعاءً أقصر (له الحجم نفسه).إن مشاهدة إناء طويل ورفيع يتسع للحجم نفسه من الماء الذي يتسعه طبق عريض مسطح، يثير حب الاستطلاع الذي يولّد الاهتمـام بفكرة الحجم. إنك تقـدّم تحدياً محيّراً ومثيراً للاهتمام، وتحفّز الاهتمام الشديد عندما تخبر الطلاب أنهم سيصبحون قادرين على تفسير ما شاهدوه عندما يتعلّمون المفاهيم والعمليات الرياضية في درس اليوم.

المضاعفات: اسأل: هل تفضّل أن تحصل على هللة على أن يتضاعف كل أسبوع بدءاً من الآن، أم تحصل كل أسبوع على ريال طوال عمرك؟

الكسـور الاعتيادية: اطلب إليهم أن يخمّنوا أيّهما أكبر: نصف ربع قطعة «البيتزا» أم ربع نصفها؟ عندما تخبرهم بعد ذلك أن كلتا الكميتين متساويتان، فبإمكانك أن تربط فضولهم بدرس يتعلق بضرب الكسور.

الحجم والكتلة: كم عدد كرات القطن التي يمكن أن تتسعها جرة زجاجية مملوءة بالماء حتـى الحافة دون أن يفيض الماء؟ لمّا كان الطـلاب لا يدركون أن معظم حجم كرات القطن هواء، فإن الجرة سوف تتسع لأكثر مما يتوقّعونه.

النسبة والتناسب: فيم نتشابه نحن؟ وما نسبة طولك إلى محيط رأسك مقارنة مع نسب القياسات نفسها عند زملائك؟ يمكنك أن تستخدم هذه الأسئلة لعرض مفهوم «النسبة الذهبية golden ratio».

استخدام الرسم البياني في التوقعات: قبل أن تبدأ الدرس المتعلق برسم المحور السيني أو الصادي لتخمين اتّجاه أو معدّل ما، اطلب إليهم معرفة عدد قطرات الماء التي يتسعها سطح قطعة نقدية قبل أن ينسكب الماء من على حافته. سيكون الرقم أكبر من توقّعاتهم؛ لأن التوتر السطحـي سيسمـح بتشكّل قبة. اطلب إليهم أن يشاهدوا عـدد القطرات التي تتّسع لها قطعة نقديـة من فئة 5 هللات، ويضعوا النتائج على رسم بياني لتخمين عدد القطرات التي ستتسع لها قطعة نقدية من فئة 10 هللات.

المحيط: باستخـدام جهاز العارض الرأسي، اسـأل: ماذا سيحدث إذا وضعت قطعتين نقديتيـن مـن فئة 25 هللة جنباً إلى جنب، على أن تكون الصـورة نحو الأعلى، ومن ثم أُديرت إحداهمـا حول محيـط الأخرى. (يجب أن تكـون القطعتان جديدتين حتـى لا تكون حوافهما مهترئة فتمنعهما من الانزلاق في أثناء الدوران). اسأل الطلاب ما يلي: إذا كانت الصورتان على القطعتين في الاتجاه نفسه في البداية، فكيف ستكونان عند الانتهاء من دورة واحدة؟ كم مرة ستدور الصورة في القطعة التي حُرّكت عند إكمال دورة واحدة؟ من المنطقي القول: إن الصـورة على القطعة المتحركة ستدور مرة، ومن ثم تنتهي إلى وضعها الأصلي بعد الدوران. بعـد تنفيذ النشاط، سيختبر معظم الطـلاب التنافر المعرفي لأن ما اعتقـدوه منطقيّاً ليس صحيحاً. فالقطعة المتحركة ستدور في الواقع دورتين كاملتين حول القطعة الثابتة.

تشير هذه الأمثلة أيضاً، إلى أن نجاح الأحداث المتناقضة واضح عندما يُدهش الطلاب، ويرغبـون في معرفة سبب عدم تطابق الحـدث أو العملية الحسابية مع توقعاتهم. حالما تجد الطـلاب مندمجين في النشاط ومهتمين به، فإنهم سيكونون متحفزين بصورة كبيرة لإشباع

فضولهم الكبير. ومرة أخرى، فإنهم يرغبون في تعلم ما يجب أن تدرّسهم إياه!، الهدف من أنشطة الأحداث المتناقضة جميعها ليس اكتشاف الظاهرة، بل الوصول إلى أسباب صحيحة عن سبب حدوثها. **فالطلاب لا يتعلمون من خلال تنفيذ النشاط فحسب، بل من خلال التفكير فيما اكتشفوه.**

يمكن للطلاب في كثير من أنشطة الأحداث المتناقضة، تنفيذ استقصاءات سريعة في مجموعات صغيرة، بدءاً بعمل خطة تقدم الدليل على السبب الذي يخمّنونه، ومن ثم يلاحظون، ويجمعون البيانات، ويحلّلون النتائج، ويعدّلون في ضوء النتائج. وفي النهاية، يصلون إلى استنتاج يحلّ الحدث المتناقض ومفاهيمهم السابقة غير الصحيحة.

* إستراتيجية: تجنّب ردود الفعل السلبية نحو الأشياء غير المتوقعة

الدروس التي تتضمن ظواهر أو معلومات مدهشة يمكن أن تهيء بيئة تعلّم محفّزة، على أن تكون حالات الدماغ، وهي حب الاستطلاع المدفوع باختلال التوازن أداة تحفيز قوية للتعلم. هناك اعتبارات عدة ستساعدك على تجنّب ردود الفعل السلبية على الأحداث المتناقضة.

بالنسبة للطلاب الصغار الذين تكون حياتهم غير مستقرة بعيداً عن المدرسة، فإن الأشياء غير المتوقعة قد تكون إشارة على وجود الخطر. فالطلاب الذين يكونون في العادة في حالة ارتباك في حصة الرياضيات، قد يشعرون بتوتر أعلى من مستوى توترهم لوقوعهم في ارتباك إضافي من التنافر المعرفي. فإذا توقّعت هذه الحالات، ففكر في تهيئة هؤلاء الطلاب في وقت مبكر، مؤكداً لهم أن حدوث شيء غريب أو محيّر، لا يعني أنه سيّئ، وسيكون زملاؤهم أيضاً محتارين. لذا، فإنك سوف تساعدهم على تعلّم ما تعنيه هذه الأحداث.



التنافر المعرفي

عند إثارة الطلاب (وليس إثارة قلقهم) من خلال حب الاستطلاع المدفوع باختلال التوازن (مثل: التنافر المعرفي)، فإن الجهاز الشبكي المنشط لديهم يصبح يقظاً للإشارات الحسية والبيئية التي ستعيد التوازن. وعليه، يصبح الطلاب يقظين للمعلومات لحل المشكلات أو فهم الظواهر التي أثارت فضولهم.

وتتولد لديهم أيضاً الدافعية لمتابعة درس اليوم؛ لأنه ليس بمقدورهم تقويم الحدث بالمعلومات التي بدؤوا بها. إن ردة الفعل هذه تتصل بالغريزة البدائية عند الحيوانات لتقويم التغير الأولي للبقاء، ومن ثم للمتعة المحتملة الناجمة عن الاستجابة غير المتوقعة في بيئتها. (مثال ذلك، الثعلب الذي يخرج من وِجاره ويرى الثلج أول مرة ويلمسه).

تتحفّز اللوزة العصبية في الدماغ بصورة إيجابية لتنقل البيانات بكفاية من مراكز الاستجابة الحسية إلى مناطق الذاكرة والتنميط. يُثار الحصين، وهو مكان في الدماغ تُرمّز فيه الذكريات المترابطة، ليجلب أي معلومات مخزّنة سابقاً يمكن أن ترتبط بالبيانات الجديدة لإيجاد الحل وإعادة التوازن. وإذا اختلفت المعلومات الحسية الآتية من المعرفة المخزّنة، يرسل الحصين دفعات من الدوبامين إلى المناطق التي تحمل الدوبامين في جذع الدماغ. ومن هذه المناطق، تعيد الألياف العصبية الإشارات إلى الحصين، فتحفز إفراز مزيد من الدوبامين. إن دورة التغذية الراجعة هذه التي تحدث استجابة للجِدّة والفرادة هي السبب الذي يجعلنا نتذكر الأشياء بصورة أفضل عندما تظهر في سياق جديد.

خطّط لتجنّب الحلول السريعة من الطلاب الذين يفهمون التعارض الظاهر، ويفسّرون الأمر لبقية طلاب الصف. واستخدم أدوات كالسّبّورات البيضاء، كي يكوّن لهؤلاء الطلاب طريقة يخبرونك فيها أنهم «يعرفون». يمكنهم أيضاً العمل في مجموعات ثنائية على توسيع المفهوم، أو تحسين مهارات الاتصال لديهم من خلال العمل مع الطلاب الذين يظلّون حيارى حتى بعد أن يجد طلاب الصف تفسيراً للحدث.

ليس هدف التنافر المعرفي جذب انتباه الطلاب فحسب، بل أيضاً تعزيز التفكير الناقد، وبناء الاستيعاب المفاهيمي. لذلك، بدلاً من التأكد من صحة تفسيرات الطلاب أو خطئها، اسأل أسئلة، أو اقترح مشاهد «ماذا لو»؛ لتشجيعهم على التوصل إلى التفسيرات بمفردهم.

الحفاظ على الدافعية طوال الدرس والوحدة

عندما تجذب انتباه الطلاب، وتستخدم إستراتيجيات لتعزيز دخول المدخلات الحسّية المتعلقة بدرس الرياضيات من خلال الجهاز الشبكي المنشط، فإنك لا تزال بحاجة إلى الحفاظ على الدافعية إلى نهاية الحصة، وتحتاج أيضاً إلى إبقاء مستوى التوتر منخفضاً حتى تستمر المعلومات في الدخول عبر اللوزة العصبية إلى قشرة الدماغ الأمامية. وقد حان الوقت للإستراتيجيات التي تربط الدرس بالموضوعات والخبرات التي يجدها الطلاب ذات

أهمية وذات صلة بمعرفتهم السابقـة، تلك الإستراتيجيات التي تعرض الخيارات، وتستخدم «التوقفات»، وتدمج الحركات البدنية للطلاب في الدروس.

*** إستراتيجية: كوّن روابط ذات صلة بطلابك**

عادة ما تبدأ الوحدة الدراسية الجديدة في الكتب بِ «تطبيقٍ من العالم الحقيقي» الذي قد يكون مثيراً للاهتمام بالنسبة إلى أدمغة البالغين؛ بسبب وجود الدورات العصبية التي مرت بخبرة المتعة المرتبطة بالرياضيات. لكن الطلاب أحياناً لا يفهمون علاقتهم بهذا التطبيق. مثلاً، قد يحبّ الطلاب في صف الرياضيات «البيتزا»، ولكنهم ربما لم يمروا بخبرات في بناء الشبكات التي تربط مباشرة تعلم قياس مقادير «البيتزا» بمتعة تناولها. وعليه، فإن استخدام الوصف لمعرفة كيف يمكن استخدام القياسات لصنع «بيتزا» لن يكون أمراً مهمّاً في المستوى الواعي للجهاز الشبكي المنشط. فتناول «البيتزا» أمر ممتع، ولكن قد لا يكون للطلاب الصغار مسار في أدمغتهم يربط مباشرة بين تعلم المزيد من الرياضيات بمتعة تناول «البيتزا». يحدث هـذا عندما يكبرون، وتنضج قشرة الدماغ الأمامية لديهم بحيث تكون قادرة على التحكم في الاتجاهيـن كي «تخبر» الجهاز الشبكي المنشّط أن المعلومات حول القياسات المتعلقة بصنع «البيتزا» هي معلومات قيمة، وسوف تؤدي إلى المتعة.

إن علاقـات العالـم الواقعي بوظائف المستقبـل غير قادرة على إبـلاغ الجهاز الشبكي المنشط أن المعرفة الرياضية معرفة قيمة في مستوى «أنا هنا الآن» حيث يعمل هذا النظام. فمن غير المحتمل، مثلاً، أن يعير الجهاز الشبكي المنشط لمعظم الطلاب أي اهتمام بحقيقة استخدام علماء الآثار الترميز العلمي للتأريخ بالكربون.

إن الأساليب التي تستخدمها في افتتاح الدرس، ستكون أكثر نجاحاً عندما ترتبط بأجزاء أخـرى من الوحدة، ويفهمها الطلاب على أنها دعوة لهم كي يستمتعوا بخبرة جديدة إيجابية ذات قيمـة شخصية لهم. إن هذا الافتتـاح هو في الحقيقة عرض مقدم إلـى الجهاز الشبكي المنشـط. ويتعين للحصول على الصورة الكبيرة، اجتيـاز الحارس البدائي (الجهاز الشبكي المنشط) الذي يعطي الأولوية للجِدَّة والخطر والمتعة، ويحافظ على حب الاستطلاع.

أمـا الطلاب الصغار، فـإن الروابط ذات الصلة بالعالم الحقيقـي المتعلقة بالتخمين، قد تشمل مشاهدتك وأنت مندهش، عندما تصب الماء في كأس حتى تفيض في الوقت الذي تتحـدث إليهم فيه. وعندما يخبرونـك أنك سكبت الماء، فهذه فرصتـك لتقول لهم «آه، كان يتعيـن عليّ أن أخمّن حجم الماء الذي يمكن أن تسعه هـذه الكأس». يمكن للطلاب بعدئذٍ أن يخمّنوا حجم الماء الذي يمكن أن تسعه كؤوس من الورق أو البلاستيك قبل سكب الماء؛ للتأكّد مـن دقة تخميناتهم. بعد هذا التمرين، اطلب إليهم من خلال العصف الذهني، إعداد قائمة بالأشياء التي من المهم تخمينها، كجرعة الدواء، أو كمية الحصص المتعادلة من الماء عندما يكون الماء شحيحاً.

* **إستراتيجية: استخدم الافتتاحيات للحفاظ على حبّ الاستطلاع**

فكّـر في أسئلة افتتاحية كبيرة أو حقائق مدهشة، أو تقديم عروض الوسائط المتعددة، أو ربـط أحداث حاليّـة مهمّة، أو دعوة ضيوف يمكنهم ربط الموضـوع بمستوى «أنا هنا الآن» الخاصـ بمرشّح الدماغ البدائي لديهم. ينبغي أن تكون هذه الروابط واضحة جدّاً حتى تكون قيمـة المعلومات الرياضية التي ستُعرض مرتبطـة مباشرة بتوقّع وجود متعة وشيكة. وعندما يندمجون مع الموضوع، سيكونون متحفّزين إلى الاستماع والمشاركة والتعلم طوال مدة الدرس والوحدة.

عـادة مـا تُضاف نتاجات التعلم أو أهـداف الوحدة الدراسية إلـى المعرفة التأسيسية؛ لمساعدتهم على إنشاء روابط جديدة، وتوسيع المفاهيم الرياضية الأساسية. وهذه النتاجاتُ جزءٌ من الصورة الكبيرة للسنة الدراسية. لذا، خذ في الحسبان أنه لكي تنجح في تحقيق هذا الهـدف، فـإن الافتتاحية هي الوقت المناسب الذي تحرك فيـه دافعية الطلاب، وتثير لديهم الحماسة لتنفيذ الأنشطة التي خطّطت القيام بها لتجذب بها نقاط قوة التعلم المتنوعة لديهم واهتماماتهم المختلفة. وعندما تنجح في جذب انتباههم، يمكنك أن تبني الروابط الإيجابية والفضول الذي أثارته لتحقيق هدفك بنجاح مع طلابك المتحفّزين.

وعندمـا تبـدأ بالتخطيط، فكّر فيمـا تريد أن يعرفه الطلاب، ومن ثـم عد خطوات إلى الوراء، وضع افتتاحية تعزّز الاهتمام المستمر نحو الهدف. قدّم الوحدة الدراسية، إذا أمكن ذلـك، بطرق مختلفة تراعي نقـاط قوة التعلم المتنوعة، ومستويـات التحدي القابل للتحقيق المختلفة حتى تتمكن من جذب انتباه الطلاب جميعهم بصورة مستمرة.

فيما يأتي بعض الحقائق المدهشة التي تستطيع استخدامها بوصفها «افتتاحيات كبيرة» لكي تساعد طلابك على إدراك معنى العدد، خاصة فهم الأعداد الكبيرة:

- مليار ثانية تمثّل 32 سنة.
- مليار طرفة عين تحدث خلال متوسط مدة حياة الإنسان.
- مليار حبة ملح تملأ حوض الاستحمام.
- مليار كلمة تُقرأ وتُسمع خلال مدة حياة الإنسان.
- ثلاثة مليارات نبضة قلبية تحدث خلال متوسط مدة حياة الإنسان.

والاقتراحات الآتية هي إستراتيجيات إضافية لافتتاح الدرس بطريقة تحافظ على فضول الطلاب.

التمهيـد مـن خلال الصـورة الكبيرة: يـؤدي بدء الموضوع الجديد مـن خلال طرح روابط الصورة الكبيرة إلى تفعيل المعرفة السابقة، وإثارة الاهتمام الشخصي، وبيان قيمة «أنا هنا الآن» الخاصة بالعالم الحقيقي، وترشد الطلاب إلى وضع أهداف شخصية تبقيهم على صلة بالمحتوى. وسيبدون أنهم مندمجون حقيقة عندما يبدؤون بإنشاء روابط شخصية، ويسألون.

قبل أن تبدأ درساً ما عن الأعداد السالبة، أحضر أشياء عدة ترتبط بها، كميزان الحرارة، أو صـورة لسفينـة في الماء، أو خزان الغوص (أو صورة لغواص)، أو كشف حساب، أو أسعار الأسهم في السوق. يبدأ الطلاب بالتفكير في الأشياء المشتركة معاً، ثم ينتقلون إلى فكرة أن الشيء يمكن أن يكون «أقل من واحد». وهذا سيثير اهتماماً بالموضوعات التي سوف تدرّسها عندما تربط الطلاب بهدف تعلّم الأعداد السالبة. ومن ثم يمكن أن تكون الأشياء المتعددة ذات الصور الكبيرة فرصة لهم لاختيار الأسباب الخاصة التي تجعلهم يرون أهمية الأعداد السالبة.

أسئلة افتتاحية جاذبة: يمكن أن تكـون الأسئلة التي تثير الفضـول والاهتمام افتتاحيات عظيمـة. ويُخطّـط لاختيار أفضل الأسئلـة للإبقاء على اهتمام الطـلاب، وذلك لمساعدتهم علـى اكتشاف الفكرة الكبيرة في الوحدة الدراسية؛ إذ إن هذه الأسئلة تضطرهم إلى البحث عـن إجابات، وترشدهم أيضاً في بحوثهم. وهـي أسئلة لا يمكن الإجابة عنها دون المعلومات التي ستدرّسها، ولكنها مثيرة بما يكفي لأن تبقيهم منتبهين لأي تلميحات تقرّبهم من الإجابة طوال وقت تدريس الوحدة.

مثلاً، لكي تبدأ درساً عن الكسور الاعتيادية، اسأل الطلاب الصغار «هل هناك أي أعداد أكبـر مـن الصفر وأصغر من 1؟» أمّا الطلاب الأكبر سنّاً، فهـم بطبيعتهم فضوليون للأسئلة التي تبدو غير منطقية أو مستحيلة. لذا، يمكن أن تبدأ درس ضرب الكسور الاعتيادية بالسؤال الآتي: «هل يمكن أن تصبح الأعداد بعد عملية الضرب أصغر؟»

يضـاف إلى ذلك أن هناك فائدة أخرى للأسئلـة المثيرة للفضول وهي تحفيز الطلاب إلـى المثابـرة من خلال هـذه الأسئلـة التي تتحـدى تفكيرهم طويـلاً. فالطفل فـي الثالثة من عمره لا يمتلك دماغه وظيفة تنفيذية تجعله قادراً على تأجيل المتعة حتى تنتهي حفلة عيد ميلاده ليفتح الهدايـا، ولكن الأطفال عندما يكبرون، فعادة ما يستمتعون، بتوقع رؤية الهدايا معروضـة ويزداد عددها، لأنهـم اختبروا مسبقاً متعة التوقّع الإيجابـي، ومكافأة فتح الهدايا كلها في وقت واحد.

* إستراتيجية: إنشاء عناوين للوحدات الدراسية

اطلـب إلى طلابك أن يعملوا في مجموعات صغيرة للتفكيـر في عناوين أخرى للوحدة، واختيار عنوان مناسب في بضعة أيام، بدلاً من استخدام عنوان الوحدة المذكور في الكتاب. في نهاية الوحدة، يمكن أن يصوّتوا على عنوان يتفقون عليه، أو يختاروا العنوان الذي يفضّلونه لوضعـه في دفاترهم. إن مناقشة العناوين المحتملة ينشّـط المعرفة السابقة، ويعزّز الأفكار الكبيرة، ويقوّي الروابط بين المعلومات الجديدة والمخزّنة في الوقت الذي تنمو فيه الشبكات العصبية.

قبل الانتهاء من الوحدة، ولمزيد من تعزيز التعلم الجديد، يمكن أن يقرر الطلاب الإبقاء على العناوين التي حدّدوها أو تغييرها. ومن ثم يمكنهم، للتحفيز الإيجابي الذي يصاحب متعة الاختيار، أن يكتبوا فقرة، أو يؤلّفوا أغنية أو قصيدة، أو يرسموا رسوماً ليوضحوا لماذا يُعدّ العنوان مناسباً للفكرة الكبيرة للوحدة. والعنوان النهائي للوحدة يشبه بناء جسر للوصول مستقبلاً إلى الذاكرة المخزّنة عندما يرغب الطلاب في استرجاع المعلومات.

* **إستراتيجية: استخدم التوقّفات للحفاظ على الدافعية**

نحن نعلم أنّ الشبكات العصبية هي فجوات بين الخلايا العصبية في الدماغ. وهذه الفجوات أسّميها بـِ «التوقّفات»، وهي التوقّفات الدماغية التي تستعيد النواقل العصبية المستنفدة عندما تُستخدم الدورة العصبية نفسها مدة من الزمن (وهي من 5 إلى 10 دقائق عند طلاب المرحلة الابتدائية الدنيا). كما أن هذه التوقّفات أيضاً تمنع اللوزة العصبية من أن تُصاب بالإرهاق. وليس غريباً أن يحتاج الطلاب إلى هذه التوقّفات في حصة الرياضيات أكثر من معظم المواضيع الأخرى. ويوجد للمادة الجديدة التي دُرست خلال هذه التوقّفات، فرصة للتخزين ليس فقط في الذاكرة العاملة، بل تندمج في الذاكرة الترابطية في الحصين، في حين يجدّد الطلاب حاجتهم من النواقل العصبية في دورة عصبية، ويستخدمون مساراً عصبيّاً آخر لنشاط جديد.

توفّر التوقّفات الفرصة للطلاب ليستعيدوا انتباههم؛ لأنها تتضمن تغييراً من نوع ما (نوع النشاط، زميل جديد، حركة)، ولكن هذه التوقفات الدماغية التي تستغرق ثلاث أو خمس دقائق لا تعيق سير التعلم. ويمكن أن تكون أحياناً بسيطة موجزة؛ كإلقاء قصيدة تتعلق بالرياضيات، أو الاستماع إلى نكتة رياضية في الوقت الذي يسترخي فيه الطلاب، أو يشربون كأساً من الماء.



طلاب التركيز العالي والطلاب الذين يعانون اضطراب تشتّت الانتباه والنشاط الحركي المفرط - ADHD

في بعض الأحيان، يكون التوقف لأخذ استراحة صعباً على الطلاب الغارقين في تركيزهم، أو المهتمين بصورة كبيرة في النشاط. مثلهم مثل الفنانين تماماً؛ الذين قد يتجاهلون حاجة أجسامهم إلى الأكل أو النوم

وهم في ذروة العمل، أو الرياضيين والممثلين وهم في «منطقة» الأداء، كذلك، فإن الطلاب المندمجين في «منطقة» المعرفة يحتاجون إلى توجيهاتك لهم قبل أن يؤدي نضوب الدوبامين والسيروتونين إلى الإحباط وربما إلى الغضب.

من جهة أخرى، فإن بعض الطلاب الذين يعانون اضطراب نقص الانتباه والنشاط الحركي المفرط لديهم احتياطات محدودة من الناقلات العصبية للمحافظة على التركيز، وقد يعانون انخفاضاً في الكفاءة المعرفية نتيجة للإرهاق الذهني على نحوٍ أسرع من زملائهم.

عند اختيار نشاط للتوقّفات الطويلة، فكّر في ألعاب الرياضيات الممتعة التي تتضمن منافسة آمنة حتى يشعر الطلاب بالراحة في اللعب (توتر قليل في اللوزة)، ويرغبون في اللعب مرة أخرى (تحريك متعة الدوبامين). وهناك أنواع أخرى من أنشطة التوقّفات قد تستمر في موضوع الرياضيات نفسه، ولكن باستخدام نظام معالجة عصبي مختلف، كتقديم مدخلات حسية مختلفة عندما تنتقل من النقاش إلى استخدام الوسائل اليدوية، أو من العمل الفردي إلى العمل الجماعي، أو من العرض إلى مكان عمل النشاط. وفيما يأتي أمثلة على أنشطة عدة للتوقفات:

لعبة الأعداد. لعبة العدد الأولي «يطير» Prime Number Buzz مثال على لعبة تتضمن توتراً قليلاً، هي لعبة رابح/رابح. حيث يصطف الطلاب في حلقة، أو يظلون في أماكنهم، ويتحركون بشكل دائري في أنحاء الصف بالترتيب، ثم يقول الطالب: العدد الآتي إما أن يكون عدداً مركباً وإما كلمة "buzz" إن كان أولياً. إذا أخطأ الطالب فإنه يجلس، ولكنه يستمر في الاستماع، وعندما يكتشف خطأ طالب آخر يقف ويعود إلى اللعبة. (تنجح طريقة هذه اللعبة أيضاً باستخدام مضاعفات 3 أو 4 مثلاً، وهكذا).

الهاتف. لعبة شعبية معروفة إسمها الهمس في آخر الزقاق، حيث يقف الطلاب في صفين، ويلعبون باستخدام مفردة وتعريف رياضي يقول الشخص الأخير في كل صف الكلمة التي سمعها، ويفوز الفريق الذي كان أقرب إلى الكلمة الأصلية الصحيحة.

إعلانات تجارية. يعمل الطلاب في مجموعات صغيرة ليصمّموا إعلاناً يروّجون فيه «منتجاً» رياضياً من خلال إظهار قيمته. مثلاً، إذا اختاروا بيع عملية القسمة، فإن إعلانهم سيروّج قيمة

القسمــة. «هل كانت لديك عشر قطع بسكويت تتقاسمها مع 5 أصدقاء؟» إذا اشتريت منتجنا الــذي يُسمّى «القسمة» فسوف تكــون قادراً على أن تعرف عدد قطع البسكويت التي سيأخذها كل شخص حتى يحصل الجميع على حصة متساوية».

اختر بطاقة. تحتاج هذه اللعبة إلى مجموعــة متماثلة من ورق اللعب، على أن يحتوي كل منها على عدد من البطاقات مساوٍ لعدد طلاب الصف. وزّع المجموعة الأولى من البطاقات على أن يأخذ كل طالب بطاقة، واحتفظ بالمجموعة الأخرى. اسأل سؤالاً رياضيّاً، ومن ثم اختر بطاقــة مــن المجموعة التي تحتفظ بها. على الطالب الذي يملــك البطاقة الشبيهة ببطاقتك أن يجيــب عن السؤال، وإذا لم يعرف الإجابــة، يستشير «عضواً من الفريق» (طالب آخر معه بطاقــة من النوع نفســه) الذي تطوّع لمساعدته على الإجابة. عنــد القيام بهذا النشاط، فإن كثيــراً منهم سيفكــرون في الإجابة بنشاط إذا سألته السؤال قبــل اختيار البطاقة التي تحدّد المســؤول عن الإجابة. إن اختيــار البطاقة أولاً سيمنع الآخرين من التفكير في السؤال؛ لأنهم لا يمتلكون البطاقة الشبيهة.

مــن هو في حقل الرياضــيات: يعرض الطــلاب سيرة ذاتية موجزة عن عالِم رياضيات، أو يشرحون درساً قصيراً أعدّوه، ويشركون فيه طلاب الصف.

فـك الترميـز. يقدم هذا النشــاط تمريناً يتعلق بإيجاد الأنماط، فمثــلاً «س أ ا ث أ خ ج» هي الحروف الأولى التي ترمز لأيام الأسبوع، وهي موجودة في كتاب الأنشطة في الرياضيات.

* إستراتيجية: أضف الحركة إلى التوقّفات

تزداد مستويات الدوبامين والسيروتونين والنورإيبينيفرين– الناقلات العصبية التي تؤثر في التركيز والذاكرة والمزاج– بممارسة التمارين الرياضية. فالطلاب الذين خضعوا للتقييم في الامتحانات المقنّنة بعد أدائهم تمارين رياضية معتدلة كانوا أكثر نجاحاً من الطلاب الذين أدّوا الامتحانــات بعــد 20 دقيقة من البقاء في أماكنهــم (Hillman et al., 2009). ولما كانت الحركــة نوعاً آخر من مثيرات الجهاز الشبكي المنشط، فإنه يمكنك دمجها باستخدام طرق عدة لتحافظ على اهتمام الطلاب.

تنشيط الدماغ. ارم كرة (أستخدمُ كرة مطاطية على شكل دماغ توجد في المواقع الإلكترونية لألعاب الدماغ) من طالب إلى آخر لمراجعة دروس الرياضيات. الطالب الذي يلتقط الكرة يقول أمراً يتذكّره من النقاش الذي انتهى تـوّاً، أو فكرة استفادها من الضيف المتحدث. وهناك خيار آخر هو أن يسأل الطالب الذي سيرمي الكرة سؤالاً رياضيّاً ذهنيّاً مناسباً إلى الطالب الذي التقطها. ولكي تكيّف هذا النشاط في صف يضم طلاباً من مستويات مختلفة في الرياضيات، يمكن أن يصطف الطلاب ويلعبوا في فريقين يقفان تُجاه بعضهما بعضاً. ويمكن لملتقط الكرة أن يكون له خيار بطلب المساعدة من عضو في فريقه، ولكن عليه في النهاية أن يعطي الإجابة. ويمكن لملتقط الكرة أيضاً أن يطلب أن يكون السؤال في مستوى أول أو ثانٍ أو ثالث ليكون التحدي مناسباً وواقعيّاً له. ويمكنك مساعدة الطالب على تعديل السؤال الذي سيسأله ليناسب ملتقط الكرة.

هل لديّ شيء أخبرك به؟ يُعطى الطلاب الصغار بطاقات عليها معلومات لمراجعة الرياضيات، مثل حقائق في عملية الضرب أو غيرها. وأما الطلاب الكبار فيمكن أن تتضمن البطاقة عملية ليشرحوها، مثل «عند طرح عدد صحيح موجب، تكون الإجابة بالتحرك يساراً على خط الأعداد»، ثم يسير الطلاب حول الغرفة يشاركون زملاءهم في بعض حقائق الرياضيات أو يشرحون العمليات لهم. وإذا لم يستطع الطلاب توضيح الحقائق والعمليات، فأعطهم بطاقة أخرى أو شجعهم على طلب المساعدة. ويتعين على المستمع أن يعيد الحقيقة الرياضية أو الشرح (بتعبيراته الخاصة) قبل أن يبدّل الطلاب أدوارهم ويكرروا النشاط. ويمكن الاحتفاظ بالبطاقات واستخدامها في يوم آخر، على أن يأخذ كل طالب بطاقة مختلفة في كل مرة. ولكي تعرف البطاقات التي استخدموها، اطلب إليهم كتابة الحروف الأولى من أسمائهم عليها.

يقول أحمد: يمكن تعديل هذه اللعبة بسهولة لتلائم دروس الرياضيات. مثلاً، يمكن أن تقول للطلاب: «اعملوا زاوية حادة بأيديكم»، أو «اعملوا نصف دائرة بأصابعكم».

وفي هذه الزاوية ... يتحرك الطلاب إلى زوايا مختلفة من الغرفة على أنه إجابة عن الأسئلة. ثم اسأل، مثلاً، «ما نوع هذه الزاوية؟» فيتحرك الطلاب إلى الزاوية 1 من الغرفة إذا كانت الزاوية المعروضة حادة، أو إلى الزواية 2 من الغرفة إلى الزاوية القائمة، أو إلى الزاوية

3 مـن الغرفـة إلى الزاوية المنفرجـة، أو إلى الزاوية 4 من الغرفـة إذا كانوا غير متأكدين من الإجابـة. ويمكن للطلاب غير المتأكدين من إجابتهم أن يتحركوا باتجاه زملائهم في الزوايا الأخرى، ويسألوهم عن أسباب إجاباتهم حتى يقرروا الإجابة الصحيحة.

لدينا شيء مشترك. يختار الطلاب زميلين لهم، ويبحثون عن شيء مشترك بينهما، كأن يكـون اسماهمـا مؤلفين من ستة أحرف أو أكثر، أو يكون تاريخ مولدهما مضاعفاً للرقم 5، أو توجـد ثلاثـة ألوان أو أكثر في قميصيهما. وهناك خيار آخر فيـه حركة وهو أن يقرأ الطلاب ملخصاتهـم عن درس الرياضيـات السابق ويشرحوها، ويستمعوا إلـى زملائهم، ثم يضيفوا المعلومات الناقصة إلى ملخصاتهم قبل أن يتحولوا إلى زميل آخر، ويكرّروا هذه العملية.

أنا لست صفراً عادياً. تستخدم الوحدة الدراسية «القيمة المنزلية» من سلسلة /Surescore MARS Math لأنشطـة الرياضيـات، جدول القيمة المنزلية الذي يمكنك إعداده بتقسيم ورق مقـوّى بطـول الصف إلى 14 قسماً (أو أقل من ذلك للصفوف الدنيا)، ثم عنون كل قسم بدءاً من اليسار على النحو الآتي: عشرة مليارات، مليار، مئة مليون، وهكذا حتى تصل إلى عشرات، آحاد، أعشار، أجزاء من المئة، واحرص على وضع فاصلة عشرية بين قسمي «الآحاد» و«الأعشار». بعـد أن يراجع الطلاب مفاهيم القيم المنزلية، كأن يكون كل قسم في الجدول يساوي عشرة أضعـاف القسم الذي على يمينه وعُشر القسم الذي على يساره، اطلب إليهم تسمية كل قسم ومناقشـة الأنماط التي يرونها في الأسماء، كالذي لاحظوه علـى أسماء القيمة المنزلية التي إلى يمين الفاصلة العشرية ويسارها.

يقف الطلاب على الجدول ليكوّنوا أعداداً، ومن ثم يحدّدون فيما إذا كان العدد أكبر أو أصغـر من عدد آخـر أو مساوياً له . ثم أعطِ كل طالب بطاقة، واطلب إليه كتابة عدد يقع بين 0 و9، بـدءاً بأعداد إلى يسار الفاصلة العشريـة، واطلب إلى أربعة طلاب ترتيب أنفسهم على الجدول على أن يكوّنوا أكبر عدد كلي ممكن باستخدام بطاقاتهم، ثم يعودون إلى مقاعدهم. وبعدئذٍ، يرتب أربعة طلاب من مجموعة أخرى أنفسهم مكوِّنين أصغر عدد كلي ممكن. ويتعين على بقية الصف كتابة الأعداد التي كّونتها المجموعتان، ومن ثم يكتب الطلاب على سبوراتهم

أو يرفعون أصابعهم برمز V أفقيّاً للدلالة على إشارة «أكبر من» أو «أقل من»، ثم يكتبون الإجابة الصحيحة على السبورة باستخدام الرموز المناسبة والمقارنة بين الأرقام، مثل 1,230 < 4,560.

عندمـا يكون الطلاب مستعديـن للارتقاء إلى مستوى أعلى، وضّح لهـم أنهم سيكوّنون أعداداً بدءاً من منزلة العشرات وترتيبها نحو اليمين على أن يكوّنوا عدداً فيه فاصلة عشرية. ويكـوّن أول أربعة طلاب أكبر عدد ممكن باستخدام منزلتيـن عشريتين، ومن ثم يكوّن أربعة طـلاب آخرين أصغر عدد ممكن باستخدام المنزلتيـن العشريتين السابقتين نفسهما. ومرة أخرى، يكتب الطلاب الأعداد، ويقارنونها بالإجابة الصحيحة التي كتبتها على السبورة.

لإضافة المزيد من التحدي، اطلب إلى كل مجموعة أن تقف إلى يمين الفاصلة العشرية لتوسعـة خط الأعداد إلى أبعد من منزلة المئة. ساعدهم على قراءة العدد العشري الجديد، واطلب إليهم أن يكوّنوا أعداداً بزيادة المنازل على يمين الفاصلة العشرية، وتسمية هذه المنازل، ويستمروا في اللعبة على أن يقفوا على نقطة البداية على خط الأعداد، ثم يرتبوا أنفسهم على أن يكوّنـوا أكبر الأعداد وأصغرها، في حين يحدّد بقية الطلاب أي العددين «أكبر من» الآخر باستخدام جدول القيمة المنزلية.

يمكـن تكوين الأرقام الكبيرة بوقوف عدد أكبر مـن الطلاب على خط الأعداد، وتكوين أعداد في منزلة المليارات، في حين يكتب سائر طلاب الصف العدد بالأرقام والأحرف.

لمزيد من التحدي، اسأل الطلاب: إذا وضع شخص العدد صفراً في مكانٍ ما على خط الأعـداد فلماذا تكـون له قيمة مختلفة عن شخص يضعه في مـكان آخر؟ وماذا عن الأصفار التي تأتي بعد العدد الأخير الذي يقع بعد الفاصلة العشرية؟

وجهـة نظر. غيّر مكان التدريس لتجديد المنظور التعلمي لدى الطلاب، وذلك بالانتقال إلى جانب آخر من الغرفة. وعندما تتجول في الصف، اطلب إليهم النظر إليك، فتتغير الخلفية البصرية لديهم، حيث هم الآن يرونك من الخلف، وعليه، فإنك تضيف مدخلات تنبّه الجهاز الشبكي المنشّط.

أو؛ بـدلاً من ذلك، نفّـذ الحصة خارج الصـف إذا كان ذلك ممكنـاً، وارسم مستويات إحداثية عملاقة باستخدم الطبشور، وأعط الطلاب إحداثيات نقطة ما، ثم اطلب إليهم تحديد مكانهـا بالسيـر نحوها. ومن ثم اصطحبهم في نزهة ليتعلّموا مـن وجهة نظر أخرى. وابحث عـن الأشكال الهندسية في المباني، والطبيعـة، والأرصفة، والإشارات. وتحدّ الكبار منهم أن يستعينوا بأطوالهم وأطوال ظلالهم؛ ليحسبوا ارتفاع شجرة أو سارية علم بناءً على طول ظلّها.

المحافظة على الدافعية

يجب أن يكون واضحاً لديك، أن توليد الدافعية أمر يتعين أخذه دائماً في الحسبان. ولا بد مـن جلب انتباه الطلاب منذ البداية، والمحافظة عليه طـوال الدرس والوحدة الدراسية. ولكي يبقى الطلاب متحفّزين، فإنهم بحاجة إلى التعزيز المستمر. وفيما يأتي مجموعة أفكار أخرى للمحافظة على هذه الدافعية لديهم:

- ذكّر الطلاب بصورة مستمرة أن المجهود الذهني الذي بذلوه سيجلب لهم المتعة في المستقبل القريب. فكلما كان سنّ الطلاب أصغر، كانت أدمغتهم أقل تحمّلاً للأنشطة التـي لا تجلب المتعة الآنيّـة أو العاجلة جداً. لحسن الحظ، فـإن الشبكات العصبية المسؤولة عن متعة الدوبامين تفرز الدوبامين المحفّز لتوقعات المتعة. أخبر الطلاب أن الأنشطـة الرياضية التي يستمتعون بها ستأتي في الدرس اللاحق، وكيف أن هذه الأنشطة المفضّلة ترتبط بما يتدرّبون عليه الآن. إن إفراز الدوبامين سيتيح لك الوقت الذي تحتاج إليه للعمل مع الطلاب على إجراء العمليات والحقائق التي يتعين فهمها حتى يستطيعوا أن يبنوا أساساً رياضياً، كجداول الضرب وأسماء القيم المنزليّة.
- اسأل الأسئلـة بصورة دورية، وشجّع الآراء والتوقعات المتعلقة بالصورة الكبيرة، أو السؤال الكبير، أو الحدث المتناقض الذي افتتحت به الدرس؛ لتجديد حبّ الاستطلاع عندهم. وابدأ بالأسئلة التي تكون ضمن نطاق مستوى التحدي القابل للتحقيق لديهم حتى يختبروا متعة النجاح. واسأل أسئلة لا تتطلب إجابات محددة، مثل: «كيف يمكن إيجـاد مجمـوع ... ؟»، أو «أيكم يمكنه أن يوضح لماذا 6 + 7 = 13؟»، أو «ماذا يمكن أن تفعل لتعرف عدد الطلاب في شعب الصف الخامس؟».

- استخـدم التقويم المتكرر غير الرسمـي مستعملاً السبـورات البيضاء، والمشاركة النشطـة كالاستجابـة بالإشارات الممتعـة للدلالة على نعم أو لا (فمثـلاً، اربت على رأسـك، وافرُك بطنك، وأدر نفسك يميناً أو يسـاراً، واعمل بيديك شكل الفراشة أو آذان الأرنب). إن هذه الأنشطة تحافظ على الانتباه، ويمكنها أن تساعد على تصحيح المفاهيم غير الصحيحة.
- ارتكـب خطأً عمداً لتـرى ما إذا كان الطلاب منتبهين، في حيـن تعدّ بصوت مرتفع الأرقـام المتتاليـة أو المضاعفات، ثم اطلب إليهم استخـدام أصابع الإبهام عندما يسمعونك تعيد أو تتجاوز رقماً (هذا النشاط يزيد مهارات الاستماع، ويقلّل من السلبية تجاه ارتكاب الأخطاء). وارتكب أخطاءً واضحة في أثناء الدرس لتعرف مدى انتباه الطلاب.
- استخدم الكلمة السحرية لليوم في بعض دروسي، أخبر الطلاب (مدخلات سمعية)، وأكتب لهم (مدخلات بصرية) الكلمة السحرية لليوم؛ وعليه، فإن الفائز هو أول من يضع إصبعه على أنفه (بدلاً من التلفظ بها) حين أستخدم الكلمة في أثناء الدرس.

مـع مرور الوقت، فإنـك ستثري هذه الاقتراحـات بكثير من أفـكارك لتحفيز الطلاب. وستلمـس النتائـج على مستوى الطـلاب المتيقظين المتحمّسين للتعلم، وهـذا بدوره سيكون حافزاً لك. وهو موقف يربح فيه الجميع.

عندما يأتي الطلاب إلى صفك ينتابهم شعور سلبي تجاه الرياضيات، معبّرين عنه بالملل أو السلـوك المضطـرب، أو بذل قليل من الجهد أو رفض بذل الجهد، فلا يزال أمامك فرصة لإجراء تغييرات كثيرة، أكثر من نجاحهم في الرياضيات. ولمّا كانت قيمة النجاح في الرياضيات ذات أهمية، فإن الطلاب يربطون أداءهم المنخفض بقدراتهم الأكاديمية بصورة عامة. إذا ساعدتهم على حبّ الرياضيـات والارتباط بها، من خلال جلب انتباههم واستثارة فضولهم، وتقديـم أنشطة مناسبة من التحدي القابل للتحقيق، وإذا ساعدتهم على إدراك أن جهودهم

في بلوغ الأهداف القابلة للتحقيق تقرّبهم من النجاح بصورة أكثر، فإنك إن فعلت ذلك تكون قد زرعت فيهم بذور الأمل.

يحـدث هذا عندما تشاهد التغيّـر التدريجي من التوتر الناجم عـن اليأس والعجز إلى بنـاء عقلية الممكـن. هؤلاء هم الطلاب الذين نجحت في إعادتهـم إلى الطريق الذي يعدّون فيه الأرقام بفرح بصوتٍ مرتفع ليسمعهم كل من حولهم!

توظيف المواقف الحياتية في حصة الرياضيات

ما يساعدني على الانتباه هو أن يستخدم المعلم اسمي في المسألة «لدى خواكين 35 كرة زجاجية» أو عندما يطلب إليّ إعادة ما قاله للتو.

خواكين- طالب في الصف السابع

لإثارة الاهتمام بموضوعٍ ما، خاصة إذا كان صعباً، ابدأ باستخدامات العالم الحقيقي للمفهوم المرتكزة إلى الطالب، ثم اعرض الصورة الرمزية والتجريدية للمفهوم خطوة خطوة. ولكي تُبقي الارتباط بالعالم الحقيقي ذا صلة بالطلاب، فإن عنصر «أنا هنا الآن» أمر مهم؛ إذ من دون ذلك لن تمرّ أفضل الخطط المرسومة عبر الجهاز الشبكي المنشط البدائي.

إضافة إلى الاقتراحات التي ذكرناها في الفصول السابقة، فإن هذا الفصل يصف طرائق يمكنك استخدامها؛ لكي تدمج الدروس بروابط العالم الحقيقي، من خلال ارتباطات الطلاب الشخصية بالموضوع، مدعومة بملاحظات ناتجة من إستراتيجية «مراقبة الطفل»، واستخدام أدوات العالم الحقيقي التي تعتمد على الرياضيات، والأحداث المتعلقة بالمدرسة أو المجتمع أو العالم، والانتباه للأوقات الملائمة للتعليم. ويتضمن الفصل أيضاً مثالاً على نشاط أو مشروع يبدأ من المرحلة الابتدائية الدنيا، ويمكن أن يمتد إلى السنوات الدراسية اللاحقة. ولما كانت المشروعات طويلة المدى تدمج التعلم الجديد بالشبكات العصبية الموجودة، فإن هذه الشبكات تتوسع مما يجعل المعرفة التأسيسية والنظرية متاحة للمزيد من تطبيقات العالم الحقيقي.

تحقيق أقصى قدر من المعنى الفردي والصلة الشخصية

هناك ارتباط وثيق بين اهتمام المرء الشديد بموضوع ما والتفوق (Guthrie & Wigfield, 2000; Palmer, Codling & Gambrel, 1994). لذا، فإن معرفة اهتمامات الطلاب الشخصية وبعض الأمور المهمة لهم، يمكنها أن تعزّز التدريس من خلال تقديم عناصر «أنا هنا الآن» التي يتطلبها مرور المدخلات عبر الجهاز الشبكي المنشط. الإستراتيجيات الآتية تستعرض طرائق متنوعة محددة لاستخدام هذا النهج.

* **إستراتيجية: اجمع معلومات تتعلق بالخلفية المعرفية لطلابك واستخدمها**

يُعدُّ جمع المعلومات التي تتعلق بخلفية طلابك طريقة جيدة لتحصل على ما تحتاج إليه لربط هذه المعلومات بالموضوعات الدراسية من خلال اهتماماتهم، أو لدمج معلومات عنهم في نماذج أسئلة الرياضيات في الصف. لذا، دوّن الملاحظات في أثناء الحصة عن التعليقات العشوائية التي يذكرها الطلاب التي تتضمن معلومات شخصية عنهم، مثل اسم فريق كرة القدم المفضّل أو المكان الذي تسكن فيه الجدّة. ثم أضف لاحقاً هذه المعلومات إلى البطاقات أو السجلات التي تحتفظ بها عن كل طالب. يمكن أيضاً الحصول على المعلومات الأساسية من السير الذاتية التي يكملها الطلاب (أو التي يمليها الطلاب الصغار) التي تتضمن معلومات عن الرياضة المفضلة لديهم، والطعام المفضل، والحيوانات الأليفة التي يمتلكونها، وأسماء أشقّائهم، وتواريخ ميلادهم، والبرامج التلفازية المفضلة لديهم، وهكذا. ويمكنك أن تسأل مجموعة من الأسئلة تكون محفـزّات للحصول على معلومات السيرة الذاتية، وهذه العملية تعرف باسم «مراقبة الطفل kid watching».

عندما تتجمع لديك هذه البيانات، استخدم أسماء الطلاب، وفاجئ الطالب باستخدام اسم كلبه أو شقيقه، أو طعامه المرغوب، أو فريقه المفضل في مسألة رياضية. قد لا يكون لدى الطلاب رغبة حقيقية في القسمة المطوّلة، ولكنهم مهتمون بعضهم ببعض. لذا، فإنك سوف تحفزهم إلى الاستماع عندما تعرض عليهم مسألة نصية تتضمن حقائق يريدون سماعها عن أصدقائهم. تأمّل هذا المثال: «ذهبت مريم إلى المتجر لشراء فاكهتها المفضلة: الموز،

وأحضرت معها كلبها فرودو. وعندما وصلت هناك، أخذت 50 ريالاً من المحفظة التي اشتراها لها شقيقها أحمد بمناسبة عيد ميلادها ...». لو أنك اتبعت ذلك فإنك ستفاجئ طلابك أنك تعرف الكثير عن مريم، مما يدفعهم إلى الاهتمام بها حتى لو كانوا لا يهتمون بالعملية الحسابية، وسيبقون أيضاً متيقظين طوال الوقت الذي ستستخدم فيه معلومات عنهم.

يمكنك أيضاً أن تعلن عن عيد ميلاد أحد الطلاب من الحسابات المكتوبة على اللوح مستخدماً اسمه والأعداد في تاريخ الميلاد. ثم اكتب اسم الطالب على اللوح مصحوباً بعبارة تهنئة له، واكتب أسفلها تاريخ ميلاده، مثلاً 3–12–2001. بناءً على أعمار طلابك، يمكنك إعداد كثير من التمارين مستخدماً هذه الأرقام، مثل ترتيبها من الأصغر إلى الأكبر (أو العكس)، أو جمعها/ طرحها/ ضربها/ قسمتها، أو ترتيب الأعداد لتكوين أصغر وأكبر عدد ممكن، أو حساب عدد الأيام التي تكون قبل الثاني عشر من مارس.

يمكنك الحصول أيضاً على مزيد من المعلومات عن خلفية الطلاب الكبار، في أن تطلب إليهم كتابة «سيرة ذاتية عن تجربتهم مع الرياضيات» (مستخدماً أسئلة محفّزة)، ويمكن أن تطلب إلى أولياء الأمور إضافة آرائهم الخاصة؛ حيث ستساعدك هذه التقارير على اختيار أيّ الإستراتيجيات تستخدم وأيها تتجنّب، خاصة إذا كان الطلاب يعانون صعوبات. وتفيدك هذه الأساليب أيضاً باتخاذها مرجعاً في أثناء اجتماعات أولياء الأمور، ويمكنك إضافة معلومات أخرى بناءً على ما يخبرك به أولياء الأمور، وما تلاحظه في الحصة، وتدوين هذه المعلومات في ملف الطالب ليستفيد منها المعلّمون في السنة القادمة.

أحبّ أن أقدّم هذا النشاط لطلابي من خلال توضيحي الغرض منه: «بصفتي معلّمتكم، أريد أن أفهم وجهة نظركم المميزة تجاه الرياضيات، وأتعرّف نقاط قوتكم وضعفكم لمساعدتكم، كيف تحظون بأفضل خبرة ممكنة في الرياضيات هذا العام إن شاء الله». ومن ثم أستخدم الأسئلة الآتية لأثير الاستجابات التي تساعدني على توجيه تدريسي. الاستجابات المذكورة أدناه هي أمثلة على استجابات حقيقية من الطلاب حصلت عليها عبر السنين. ويمكنك أن ترى كيف تتيح هذه الاستجابات فهماً لنقاط قوة الطلاب وضعفهم، وما يفضّلونه وما يكرهونه.

كيف تصف خبرتك مع صفوف الرياضيات؟

- ليست صعبة كثيراً.
- صعبة، ولكن ليست مستحيلة.
- مناسبة لمستوى مهارتي.

ما الموضوعات التي كانت صعبة بالنسة إليك؟

- الكسور، ولاسيّما جمع الكسور التي لها مقامات مختلفة.
- تحويل الكسور العشرية إلى كسور عادية ونسب.
- الأعداد السالبة.
- المساحة والمحيط.

ما شعورك تجاه الرياضيات بوجه عام؟

- الرياضيات تربكني.
- أستمتع جدّاً عندما أتعامل مع الأعداد، ويبدو أنها راسخة في عقلي.
- الرياضيات أقل المواد المفضلة لديّ، ولكنّكِ تجعلينها ممتعة. لذا، فإنني أهتم بها.

ما الذي يعجبك في عمل المجموعات؟

- اجتماعية.
- من الأسهل أن تسأل صديقك سؤالاً لا يمكنك أن تسأله في الحصة.
- مفيدة لأنني أتعرف إلى وجهة نظر أخرى.

ما الذي تفعله عندما «تتورط» في حل مسألة ما؟

- أنتقل إلى المسألة الآتية، وأعود إليها لاحقاً.
- أقرأ المسألة مرة أخرى بانتباه أكثر.
- أراجع الكتاب لدراسة الأمثلة التي يتضمنها.

صف بعض أفضل عاداتك الدراسية.

- كتابة ملاحظات جيدة ومراجعتها.
- عمل الرسوم البيانية.
- حل مسائل الدروس جميعها قبل الامتحان.
- أبتكر وسائل تساعد ذاكرتي.
- أتخيل صورها في عقلي.

كيف تحفظ شيئاً يتعيّن عليك حفظه؟

- أردّده في عقلي.
- أغنّيه ملحّناً.
- أقوله بصوت مرتفع.
- أراجعه ثلاث مرات، وأكرّر ذلك مرة أخرى.

ما التغيرات التي أنجزتها عندما كنت أكثر نجاحاً مقارنة بما كنت عليه عندما كنت أقل نجاحاً؟

- بقيت هادئاً.
- أصغيت بصورة أفضل، ولم أكن شارد الذهن.
- راجعت عملي.
- بدأت بقراءة المسألة قبل الشروع في حلها.
- أصطحب المواد الدراسية إلى الصف كل يوم.

ما الذي عمله المعلمون السابقون وساعدك على التعلم بصورة أفضل؟

- دعونا نختار كيف نريد أن نتعلم.
- كانوا يستمتعون بالرياضيات، وهو أمر مُعْدٍ.
- كانوا صبورين.
- كانوا يربطون المسائل بأمور مثيرة للاهتمام.

- أفضل معلم لديّ عرف حقّاً كيف يعمل دماغي.

ما المشكلات التي واجهتك لدى بعض معلمي الرياضيات في السابق؟

- كانوا يصابون بالإحباط بكل سهولة.
- المعلمون الصارمون لا يساعدون على التعلم ، أمّا المعلمون الهادئون فيساعدونني.
- أفقد تركيزي عندما لا يكونون لطفاء.
- عندما طلبت إليه المساعدة، قال لي: «لماذا لم تفهم؟».

كيف استخدمت الرياضيات في أمور خارج المدرسة؟

- عدّ النقود.
- معرفة ثمن الأشياء التي عليها تخفيضات.
- حساب متوسط سرعة ضربي الكرة.
- أستخدم الهندسة في لعب كرة القدم.

هل يستخدم والداك أو أحد أقاربك أو أحد أصدقاء العائلة الرياضيات في مهنهم أو هواياتهم؟ وما هذه المهن أو الهوايات؟

- تنظيم أعمالهم.
- قياس الخشب.
- محاسب.
- مصرفي.
- بيع السيارات وحساب الثمن لكسب الأرباح.

* إستراتيجية: كوّن روابط شخصية من خلال الواجبات المنزلية والأنشطة الصفية

هناك عدد لا يحصى من الطرائق لمساعدة الطلاب على إيجاد الروابط الشخصية من خلال الواجبات المنزلية أو الأنشطة الصفية؛ فالطلاب الصغار مثلاً، يمكنهم عمل رسم بياني

بالأعمدة يبيّن مدى تكرار كل حرف في أسمائهم الأولى وأسماء عائلاتهم. ويمكن لأعضاء المجموعات رسم مخططات فنية Venn Diagrams ليقارنوا بين الألعاب الرياضية المفضلة. ويمكن للطلاب الكبار حل مسائل الوسط الحسابي/ الوسيط/ المنوال باستخدام بيانات من نقاط فرقهم الرياضية المفضّلة.

يمكنك أيضاً استخدام معلومات تتعلق بطلابك جميعهم أو معظمهم لزيادة انتباههم للسؤال: «أُلّف كتاب الرياضيات الذي ندرسه في عام 1991. وقد وُلد معظمكم في عام 2002 أو 2003. فكم سنة مرّت على تأليف الكتاب منذ ولادتكم؟»، «سجّلت مدرستنا أعلى 20% من المدارس في موضوع إعادة التدوير. وكان هناك 80 مدرسة في التقييم، فكم مدرسة تغلّبنا عليها لأنكم أحسنتم إعادة التدوير؟».

عندما تخبر طلابك كيف ترتبط الرياضيات باهتماماتك الشخصية، فإن حماستك هذه ستؤثر في آرائهم. تلتقط اللوزة العصبية تعبيرات الوجه والتعبيرات الشفهية التي تدل على السعادة، وتستجيب من خلال فتح القنوات إلى قشرة الدماغ الأمامية (Wang, Rao & Wetmoree, 2005). سيتصرّف طلابك باهتمام أكبر عندما يشاهدون حماستك.

اربطهم بعلماء الرياضيات. قبل تقديم درس عن صيغة أو عملية رياضية يرجع الفضل في اكتشافها إلى عالم معين، ابحث في الإنترنت عن معلومات حول سيرته الذاتية، كقصة مثيرة، أو حدث مهم حصل له في حياته عندما كان في سنّ طلابك. ابدأ الحصة في رواية المعلومات كأنها قصة حول شخص ما زال حيّاً، حصلت له عندما كان في سن طلابك. حينها، سيرى طلابك أن موضوع درس الرياضيات المتعلق بهذه المعلومات وكأنه يتحدث عن شخص حقيقي تماماً مثلهم. لذا، فالربط بالشخص يسهّل من الربط بموضوع الدرس.

اطلب إلى الطلاب الكبار التفكير في النظريات، والصيغ الرياضية، والوسائل التقنية التي كانت سائدة في حياة عالم الرياضيات، الذي ربما تكون الخلفية النظرية قد ساعدته على أن يطور هذه النظريات العملية أو الرياضية التي يتعلّمونها. ناقش معهم التحديات أو المعيقات التي كانت تعترض هذا العالِم في أثناء عمله، حتى يدرك طلابك أن الرياضيات كانت كفاحاً حتى لأذكى علماء الرياضيات.

دع الطلاب يصنعوا الرابط. من المهم أن يقدّر الطلاب المعلومات التي نريد أن نعلّمهم إياها. لذا، لا بد من توضيح هذه الروابط لهم. يمكنك أحياناً السماح للطلاب بإقامة الروابط بأنفسهم (احتفظ بأفكارهم لتستخدمها مستقبلاً) بأن تسألهم: «كيف يمكن لمعرفتك هذا الموضوع، أن تساعدك الآن أو في المستقبل؟».

يحب كثير من الطلاب، ولاسيّما المستكشفين منهم، الحصول على المعلومات من الإنترنت أو باستخدام تقنيات الحاسوب؛ لتصميم موقع إلكتروني أو كتابة تقرير جذّاب يحتوي على صور. يتمتع هؤلاء الطلاب بالدافعية ويسترجعون المعلومات بصورة أكثر نجاحاً عندما يستخدمون الحاسوب في عرض المعلومات المتعلقة بالرياضيات. لذا، احرص على عرض أعمالهم على بقية الصف أو الصفوف الأخرى أو المدرسة، إن أمكن ذلك.

* إستراتيجية: اغتنم اللحظات الملائمة للتعليم في دروس الرياضيات

سأل أحد طلابي في حصة الرياضيات عن الملاقات الموجبة والسالبة: متى تكون هذه المعلومات مفيدة في «العالم الحقيقي»؟ طلبتُ إلى زملائه أن يُدلوا باقتراحاتهم، فعرضوا أمثلة عدّة، منها المقارنة بين الأجور التي يتقاضاها أفراد ذوو مهن وسنوات دراسية مختلفة، أو مقارنة وزن سيارة بعدد الأميال التي تقطعها في الجالون الواحد. بعد دقائق عدة، سألت تلميذة أخرى عن كيفية الاستفادة من الرسوم البيانية التي كنّا نستخدمها في مهنتها مستقبلاً. سألتها عن المهنة التي تفكر فيها، فقالت: العمل في متجر لبيع الملابس بالتجزئة. عندئذ، وضّحت لها أن ذلك يعتمد على هدفها؛ فإذا أرادت أن تصبح موظفة أو أمينة صندوق، فإنها قد لا تستخدم هذه المعلومات. ولكنها إذا أرادت أن تصبح مديرة للمتجر، فربما ترغب في معرفة أيّ العوامل التي تجعل من الفرد موظفاً ناجحاً وتنطبق على مقدّم الطلب. يمكنها، مثلاً، أن تحتفظ بسجلات تتناول معلومات مختلفة عن الموظفين، كالعمر، والعرق، ولون الشعر، وعدد سنوات الدراسة، والجنس، لترى أي هذه الاختلافات له علاقة إيجابية بعدد المبيعات التي باعها هؤلاء الموظفون.

عرفتُ أني أضفت متغيرات مثيرة للجدل، وأردت أن أعرف هل استجاب الطلاب لها. والحقيقة أنهم استجابوا وقد سرني ذلك؛ حيث حدث نقاش حيوي بينهم حول أخلاقية وقانونية

البحث عن روابط بين الجندر (النوع الإجتماعي) أو العرق ونجاح المبيعات، وهل يتعين على الإدارة أن تأخذ هذه البيانات في الحسبان عند اتخاذ قرارات التوظيف. أدركتُ بالطبع أننّا ابتعدنا عن موضوع الدرس، ولم أتمكّن من إنهائه اليوم، لكن قيمة مناقشة الطلاب في هذه الأمور (كانت المناقشة بالفعل تتركز حول الطلاب، حيث أدلوا بأفكارهم ومخاوفهم، وكانت مشاركتي في النقاش قليلة) كانت أكثر أهمية من الدرس. فقد كانوا يفكّرون في موضوعات ربما يواجهونها بالفعل يوماً ما في مهنهم مستقبلاً.

*** إستراتيجية: اربط الأعداد الصحيحة السالبة بالعالم الحقيقي**

من خلال العصف الذهني (أو أعط المجموعات الصغيرة أدوات مختلفة لهذا الغرض)، دع طلابك يكتشفوا كيفية ارتباط الأعداد السالبة الصحيحة بالعالم الحقيقي. في البدء، استخدم عبارات مثل «أقل من صفر»، بدلاً من ربط كلمات أعداد سالبة صحيحة بالأمثلة التي تعرضها، وعندما يستخدم الطلاب كلمة سالبة عزّزها بتكرار الكلمات التي تدل عليها، ولكن لا توضح لهم معنى سالبة في هذه المرحلة؛ حيث إن الفكرة هي أن يطوّر الطلاب المفهوم قبل أن يطلقوا عليه اسماً، خاصة عندما يكون لدى أحدهم ذكريات «سلبية» كصعوبة واجهته في هذا الموضوع. وفيما يأتي بعض الأمثلة التي يمكن أن يقترحها الطلاب، أو التي يمكن أن تزوّد بها المجموعات الصغيرة.

درجة الحرارة في الخارج. ضع ميزان حرارة خارج نافذة الصف حتى يتمكّن الطلاب من إجراء حسابات يوميّة، ويرسموا رسماً بيانياً يبيّن درجة الحرارة الفعلية وتغيّرها عن اليوم السابق. سيلاحظ الطلاب أن التغير قد يكون عدداً سالباً دون أن تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر. وتوضّح هذه التجارب والملاحظات أن هذا مفهوم قد يكون مربكاً في أغلب الأحيان،

يمكن توسيع هذا النشاط الصعب القابل للتحقيق بإضافة مقياس الضغط الجوي (البارومتر)؛ حيث يمكن تعليم الطلاب الذين يحتاجون إلى الارتقاء بمستواهم كيف يمكن للضغط الجوي السالب-أو انخفاضه- أن يُستخدم في توقع حدوث المطر. إن من شأن متعة الطلاب الفعلية عندما تكون توقعاتهم صحيحة عن الطقس باستخدام الرياضيات، أن تضيف مشاعر إيجابية إلى الذاكرة، وتزيد من قدرتها على التحمّل.

الماء والجليد. اطلب إليهم استخدام أكواب من الماء ومكعبات من الثلج في وعاء لتتبع التغيرات في درجات الحرارة. يمكنهم أن يسجلوا ويقيّموا العلاقة بين عدد مكعبات الثلج المضافة والتغير في درجة الحرارة. وفيما بعد، يمكن أن تمثّل عدد مكعبات الثلج مفهوم إضافة الأعداد السالبة الصحيحة، وهي في هذه الحالة «إضافة البرودة».

وهناك الحالة أكثر تجريداً للانتقال من هذه المرحلة، وهي أن يتصور الطلاب ما الذي يمكن أن يحدث عندما يتركون باب الثلاجة مفتوحاً، هل يقومون بإضافة البرودة أم إزالتها؟ ومن ثمّ يمكنهم تشبيه طرح (أو إزالة) عدد سالب بإزالة البرودة حتى ترتفع درجة الحرارة، أو العدد على خط الأعداد، فتصبح أكثر إيجابية (دافئة) عند إزالة البرودة.

مناظر المحيط. يمكن أن تساعد صورة محيط تتضمن مشاهد فوق الماء وتحته، الطلاب على تصور التغيرات تصوراً أعمق. وسيكون النشاط أكثر متعة إذا كانت لدى كل مجموعة دمية غوّاصٍ لدائنية (بلاستيكية)، أو صورة لغواص مأخوذة من مجلة أو من الإنترنت. اسأل أسئلة، مثل: «إذا كنت غوّاصاً على عمق 5 أمتار تحت سطح الماء، ونزلت إلى 4 أمتار أخرى، فأين موقعك الآن؟». يمكن تعديل السؤال ليناسب مراحل دراسية أعلى، على النحو الآتي: «ما مقدار التغير في الأمتار الذي يحدثه الغوّاص عندما ينتقل من مترين إلى 8 أمتار تحت سطح الماء؟»، ومن ثم، وضّح للطلاب أن الإجابة يمكن أن تكون بالأعداد الموجبة حتى لو كنّا نعمل على خط الأعداد السالبة، واسألهم: «ما التغير في عدد الأمتار التي يقطعها الغوّاص عندما ينتقل من 10 أقدام تحت سطح الماء إلى 4 أمتار أخرى؟»

يمكن للطلاب المستعدين لتحديات أصعب أن يطرحوا مسائل أكثر تعقيداً لبعضهم بعضاً، مثل إيجاد مكان الغواص بعد أن يغيّر عمقه مرتين، ويمكنهم أيضاً أن يكونوا «مستشارين» للمجموعات الأخرى.

ظروف الرسائل وسندات الدين. اعرض مثالاً على النحو الآتي: «استعرتُ منك 5 ريالات يوماً ما، وفي اليوم التالي، دفعت لك 3 ريالات، فهذا يعني أن دَيني لك أصبح ريالين». يمكن أن يحضر الطلاب ظروف رسائل يحتفظون فيها بالسندات التي تتغير كل يوم عندما تخبرهم بما يحدث لأموالهم: «بالأمس، وحسب سند الدين لديك، فإنني أدين لك بريالين، ولكنّك

استعرت مني اليوم 3 ريالات لشراء الخبز. اكتب سنداً جديداً لِدَينِكَ عليّ». يستطيع الطلاب القــادرون على تنفيذ أنشطة ذات مستوى متقــدم استخدام نسخ من كشف الحسابات تحتوي على عمليات تجارية كثيرة وأكثر تعقيداً.

دمج رياضيات العالم الحقيقي بالاستفادة من حياة الطلاب اليومية

مثلما تعزّز العلاقات الشخصية وروابط اهتمامات الطلاب الانتباه بتأثير من قيمة «أنا هنــا الآن»، فإن إعطاء الطلاب هدفاً يعدّونه جديــراً ببذل مجهود، يساعدهم على تحديد ما يرغبــون في تعلمه وما تريد أن تعلّمهم إياه. فمثلاً، يكــون تعلم المساحة والمحيط أكثر قيمة عندمــا يرون عينة من المخطط الأولي، الــذي سيرسمونه ويعرفون فوراً، عند موافقة «لجنة الإشراف على البناء في المدينة» على خططهم، (إذ يجب أن تكون الحسابات صحيحة للحصول على إذن البناء) أنهم سوف يشيّدون مبانيهم في الصف باستخدام الورق المقوّى.

* إستراتيجية: استخدم الرياضيات لتبني منزلاً

بالنسبــة للطلاب، لا يوجــد ما هو «حقيقي» مثــل حقيقة منازلهــم أو أحيائهم السكنية التي يقطنونها؛ فبدءاً من مرحلة الروضة يمكن إثارة مفاهيم الرياضيات المتعلقة بالقياس، والنسبة والتناسب والتخمين والتوقّع، وتصحيح المحاولة والخطأ من خلال خبرة «أنا هنا الآن» عن الأماكن التي يعيش الطلاب فيها. وستجد في كل رابط من روابط العالم الحقيقي متصل بتطبيقــات المفاهيم الرياضية، أن كثيــراً من الطلاب سيندمجون أكثــر عندما يستخدمون قياساتهم في صنع نماذج لمنازلهم، أو خرائط لأحيائهم السكنية.

إن هذا النوع من النشاط يمكن أن يبدأ في المراحل الدنيا –حتى من مرحلة الروضة– ويستمر حتى المراحل اللاحقة. ويمكن أن تبدأ رسوم الطلاب الصغار التي تركز على الحجم النسبي ومواقع الأشياء بقياسات بسيطة في البداية، ثم تتوسع عبر المراحل اللاحقة لتشمل قياسات أكثر تعقيداً، كالمساحة والحجم. ويمكن توسيع النشاط سنة بعد أخرى بتتبع تطبيقات المهــارة نفسهــا التي يستخدمها الطلاب فــي غرفهم الخاصة، ولكن يمكــن الارتقاء بها إلى

درجة تصميم (أو بناء) منازلهم ومدينتهم حتى تصميم منزل أحلام أو قرية خيالية. فمهارة قياسات البُعدين تتطور بعد ذلك لتصبح قياسات الأبعاد الثلاثة. وفي النهاية، يمكن للطلاب دمج النماذج، والحسابات، وعلم المثلثات، والرسوم البيانية ثلاثية الأبعاد.

يُتّخذ هذا النشاط محفّزاً لمرشّحات الدماغ ونظام مكافأة الدوبامين على حدٍّ سواء؛ لأنه يتضمن الخيارات والإبداع والفرص في استخدام نقاط قوة التعلم والإستراتيجيات المفضلة لتحقيق النجاح. وعادة ما يطلق المستكشفون العنان لخيالهم، ومن ثم يتابعون الخطط والحسابات. في حين يستمتع قرّاء الخريطة بالتخطيط والتنظيم المتسلسل، مستخدمين إستراتيجياتهم المفضلة كخطوط الأعداد، والمخططات التنظيمية، والخطط التفصيلية التي تذكر الخطوات خطوة خطوة، تشمل الحسابات أولاً، ومن ثم يتبعها التصميم أو البناء. وتشمل المحفّزات الإضافية حافظة الصور، أو ملفات تتضمن إنجازات الطلاب المتعلقة بالخرائط والنماذج عبر السنين. ويمكن أيضاً استخدام ملفات قدرات الطالب الخاصة في عملية التقويم؛ فهي توضّح للمعلمين في السنوات القادمة مستويات مدى الإتقان والمعرفة المفاهيمية لكل طالب.

وبناءً على المرحلة التي تدرّسها، يمكن تعديل هذا النشاط ليلائم مفاهيم الرياضيات المحورية التي تتوسع كل سنة؛ فتعيد تنشيط المعرفة السابقة، وتوسّع الدورات المفاهيمية. ويجري تخطيط الموضوعات المحورية بطريقة متسلسلة وفقاً لمعايير المراحل من الروضة وحتى الصف الثاني عشر، لكن الطلاب يعرفون في كل سنة أن خلفيتهم النظرية وخبراتهم بدأت منذ مرحلة الروضة. إن الثقة التي اكتسبوها لأنهم أنهوا المشروعات السابقة والأدلة المرئية على التقدم الذي أحرزوه، تحافظ على الدافعية والمثابرة لديهم من خلال التحديات والأخطاء للانتقال إلى المرحلة اللاحقة. وتتضمن المفاهيم الرياضية المحورية التي يمكن التركيز عليها في هذه الأنشطة القياس، والأشكال الهندسية وخصائصها، والنسبة، والتناسب، والرسوم البيانية. وتنمو أيضاً الوظائف التنفيذية عندما تتطلب الأنشطة بصورة متزايدة إصدار الأحكام، وتحديد الأهداف، والتنظيم، والتوقع، والتفكير الناقد، وتحليل البيانات، واتخاذ القرارات، والعمل التعاوني، والتواصل، وما وراء المعرفة.

يتعلم الطلاب بدءاً من الهندسة المبكرة (تحديد الأشكال الأساسية في الصف) وحتى تطور مفاهيم الهندسة المحورية، دمج الزوايا المحددة (الزاوية الحادة والزاوية القائمة)، والأشكال الهندسية ذات الأضلاع الثلاثة والأربعة والخمسة، والخطوط المتوازية والمتعامدة، في تصاميمهم. ومن خلال هذه العملية، يتقدم مستوى الطلاب في جمع البيانات من خلال الملاحظة والتخمين البسيطين (كقياس طول الأثاث بأربطة أحذيتهم) إلى قياسات أكثر دقة باستخدام التقنية ومصادر من الإنترنت، مثل الصور الجويّة للأحياء السكنية التي يقطنونها.

وتتطور كذلك الحسابات والعمليات الأساسية عبر المراحل الدراسية. فمثلاً، يمكن أن يحسب الطلاب ثمن الطوب أو الخشب (لبناء منزل الأحلام) في مرحلة دنيا، وفي النهاية، يمكنهم حساب أجور العمال وثمن المواد ومدة البناء. وأما في المراحل العليا، فيمكن أن يُعطى الطلاب قواعد البناء الحقيقية لاتّباعها، ويمكنهم أن ينشئوا جداول إلكترونية لعرض نتائجهم على طلاب الصف الذين يشكّلون لجنة الموافقة على التصميم المعماري / البناء / تصريح استخدام الأرض. ويمكن استخدام المواقع الإلكترونية، مثل MapQuest و Google Maps بوصفها مصادر معلومات حول قياسات المسافات الطويلة في مدينتهم، ويوفر Google Earth معلومات عن الخرائط التي يمكن تعديلها لتنويع زاوية النظر والحجم لطرح أسئلة إضافية، كتحديد أين يجب أن تكون المباني الجديدة بناءً على عوامل مختلفة تشمل المساحة المفتوحة، ومدى القرب من المدارس، والاعتبارات الجغرافية التي تزيد تكاليف بناء المشروع المقترح.

يمكن للطلاب من خلال هذا المشروع، القابل للتعديل بصورة كبيرة، أن يستفيدوا عبر المراحل المستمرة، ويدركوا أهمية أدوات الحسابات الرياضية الأكثر دقة، والوظائف التنفيذية للتخطيط ووضع الأولويات. ويحافظون أيضاً على الدافعية بسبب ازدياد إدراكهم للدقة والكفاءة اللتين يكتسبونهما كل سنة، وتعكس المهارات الرياضية مدى تحسّنهم في النشاط الذي أحرزوه في العالم الحقيقي مما له أهمية شخصية حقيقية لهم.

* إستراتيجية: قدّم خبرة العالم الحقيقي

إضافة إلى تحفيز خبرة «أنا هنا الآن» في أدمغة الطلاب، يمكن لروابط العالم الحقيقي حل المشكلات الإبداعي، ومهارات التواصل، والعمل التعاوني، والتحليل الناقد. وبعد أن ينهي الطلاب النشاط، شجعهم على وصف ما أحبّوه في هذا الشاط. وعندما يكون لتعليقاتهم هذه أي علاقــة بهذه المهــارات المهمة في القرن الواحد والعشريــن، اربط كلماتهم بمصطلحات مستويــات التفكير العليا الرسميــة التي استخدموها. مثلاً، اشرح معنــى «إصدار الأحكام» و «التحليــل» للطلاب الصغار، واطلب إلى الأكبر سناً إعطاء أمثلة على كل مهارة. إن استخدام أسماء الوظائف التنفيذية يعزّز من الدافعية عندما يشعر الطلاب أن الصفات التي يستخدمونها شبيهــة بصفات الكبار، عندما «يضعــون الأولويات»، مثلاً. والنتيجة هي زيادة الإيجابية تجاه الرياضيات وزيادة الثقة بالنفس؛ لأن الطلاب أصبحوا مدركين لقيمة المهارات التي اكتسبوها.

يمكــن للضيوف الذين تدعوهم إلى غرفة الصف أن يظهروا أو يخبروا طلابك كيف أن المفاهيــم الرياضيــة التي يدرسونها حالياً مستخدمة في بعض جوانب الوظائف التي يعدّها الطلاب ممتعة ومثيرة للاهتمام. وتتضمن برامج إثارة الدافعية التفريدية تشكيل مجموعات ثنائيــة من الطلاب اللذيــن يظهرون اهتماماً شديــداً بهذه الشروح أن يرافقــا أحد أصحاب المهــن المختصيــن لغايات التلمذة، أو ليقضيا معه جزءاً مــن اليوم «في التدريب الميداني». وهذا بديل ممتاز خاصة لبعض الطلاب الذين ربما لن يحظوا بالمشاركة في الفعالية الوطنية: «خذ أطفالك اليوم إلى العمل»[1].

عندمــا تذهب لقضاء أعمالك، أو تزور بعض أصحاب المهن أو الخبراء الفنيين لبعض الأمــور التــي تهمك، فكّــر دوماً في طلابك، حتى لــو تبيّن عدم وجود علاقــة بين هذه المهن والطــلاب الذيــن تدرسّهم حاليّــاً، واسأل المهنيّ هــل يوافق على تقديم عرضــ للطلاب، أو هــل يسمح لتلميذٍ ما أن يرافقه مدة يومٍ مستقبلاً. احتفــظ بقائمة بأسماء هؤلاء الأشخاص،

1) Take Your Kids to Work Today، تقليد منظم ومخطط له بدقة انتشر في الولايات المتحدة قبل عشرين عاماً ويشارك فيه ملايين الأشخاص الذين يصطحبون أطفالهم أو أطفال أصدقائهم إلى أماكن عملهم. ويهدف هذا اليوم إلى إثارة اهتمام الأطفال بالمعنى الحقيقي، كان العمل وتعريفهم بما يفعله آباؤهم أو موجهوهم ومساعدتهم على اكتشاف ميولهم ونقاط قوتهم والتفكير في مهنة المستقبل-المراجع.

وكذلك بأسماء أولياء الأمور السابقين الذين عبّروا عن رغبتهم في تقديم عرض، أو استقبال طالب متدرب بين الحين والآخر لمرافقتهم (فكر في إضافة هذا الخيار إن لم يكن موجوداً في بطاقة المعلومات التي يملأها أولياء الأمور في بداية العام الدراسي). حين تبدأ بكتابة القائمة، ستدرك أن الخبّازين، والطهاة، وأصحاب المحال التجارية، والميكانيكيين، وفنيّي إصلاح الحواسيب، ومهندسي الديكور، والمعماريين، ومنسقي الحفلات جميعاً، يمكن أن يكونوا محفّزين لطلابك في العالم الحقيقي. إنهم المحفّزون الذين يمكنهم أن يبيّنوا كيفية استخدام المهارات الرياضية نفسها التي يتعلمها طلابك، ويربطوا هذه المهارات باهتمامات الطلاب.

بعد أن تعرّض طلابي إلى خبرة العالم الحقيقي، كتبوا تقارير حول مسائل رياضية معينة حلّوها مع موجهيهم. إن ردود الأفعال الإيجابية على هذه التقارير التي عبّر عنها حتى أكثر طلابي نفوراً، تذكّرني بأن آراء أصدقاء الطلاب لا تقدّر بثمن لدى الطلاب، ولها تأثير في العادة أكبر من أي شيء قد أُخبرهم به عن قيمة الرياضيات.

*** إستراتيجية: وفّر مساحة في الصف لمساهمات الطلاب**

من المفيد أن يفكر الطلاب في الأماكن التي رأوا فيها الرياضيات، أو كيف استخدموها خارج الصف. ويمكن أن يقصّ الطلاب الإعلانات التجارية من الصحف، أو يحضّروا قوائم طعام، أو يكتبوا عن العمليات الرياضية التي استخدموها عندما بنوا بيتاً للعصافير، أو حين حصلوا على أفضل سعر لمنتج معروض بتخفيضات وحسومات مختلفة.

كما أرحّب أيضاً بنماذج الرسوم البيانية أو الإحصاءات التي يجدونها في إعلانات الصحف التي تعرض انطباعات غير صحيحة، كرسم بياني بالأعمدة يُظهر فقط قمة الأعمدة لإعطاء صورة كبيرة مبالغ فيها عن فرق بسيط بين منتجات شركات عدة. وقد تتضمن الأمثلة أيضاً أموراً أخرى كمتوسط ضربات الكرة، أو الإشارات التاريخية في الأفلام أو الروايات التي تتعلق بالرياضيات (مثل سعر منتجات معينة في القرن التاسع عشر التي يستطيع الطلاب مقارنتها بالأسعار الحالية).

شجّـع طلابك على مشاركـة زملائهم في الأمور التي تتعلـق بالرياضيات والأرقام التي يلاحظونها عندما يذهبون في رحلات أو للتسوق. واطلب إليهم الاستماع إليك عندما تستخدم الرياضيات في حل المشكلات، كأن تسألهم مثلاً: كيف حسبت عندما ذهبت إلى السينما، وكان معك ما يكفي من المال لشراء «الفشار»، وأردت أن تحتفظ بريالين لتدفعهما أجرة اصطفاف السيارة؟ ذكّر الطلاب أن مرافقتهم آباءهم لمتجر بيع المعدات المكتبية أو متجر بيع المعدات الثقيلـة، هي فرصة لاستكشـاف أدوات قياس ومقارنة الحجوم الكبيـرة بالصغيرة **لأكبر من وأقل من**، والنسب المئوية، والتخفيضات، وضرائب المبيعات. أعطِ «علامة إضافية» للطلاب الذيـن يساهمون في لوحـة النشرات، أو الذين يكتبون تقارير حـول استخدامات الرياضيات خارج الصف.

*** إستراتيجية: استفد ممّا يحبّه الطلاب وممّا لا يحبّونه**

قليلـة هي الأشيـاء المحفّزة كتحفيز الهدف المشترك: إمـا الحصول على شيء يرغبه الجميـع وإمـا تغيير شيء يكرهه الجميع أو التخلص منه. لذا، اسـأل سؤالاً محدّداً جدّاً حتى لا تكون إجابـات الطلاب كلها حول كره الامتحانات والواجبات المنزلية، وسوف تحصل على شـكاوى مشتركة، مثل صفوف الوقـوف الطويلة أمام المقصف، أو بـطء إشارات المرور في الطريق إلـى المدرسة، أو قلة الوقت المتاح بين الحصص، أو الإعلانات المضلّلة التي تظهر أن نوعاً ما من من حبوب الإفطار يحتوي على حلوى الخطمي أكثر ممّا يحتويه في الواقع.

احتفـظ بقائمة الجُمل التي تبدأ بـ «أشعر بالغضب» على السبـورة، وارسم عموداً آخر للأفـكار بعنوان: «مـاذا يمكنني أن أفعل بشأن ذلك؟». عندما تكـون في خضم تدريس وحدة دراسية، فكّر في المسائل التي تستهوي اهتمام الطلاب مما يمكن حلّها بوساطة الرياضيات، واسأل الطلاب: ما الوضع الذي يطمحون إليه. بمعنى آخر، ما الوضع المثالي الذي يمكن أن يحـلّ المشكلـة؟ وعندما ترى الطلاب متحفّزين من خلال الهـدف المشترك، اعرض عليهم «الحل» الرياضي.

إذا اعترض الطلاب لدى المدير على طول صفوف الانتظار في استراحة الطعام، فما المعلومات التي يحتاجون إليها لإثبات وجهة نظرهم، وما الحلول التي يمكنهم أن يقدّموها؟ إذا كنت تريد تدريس كيفية حساب المعدل الحسابي (المتوسط)، فاستمع إلى الأفكار التي يمكن تقييمها من خلال معرفة كيفية إجراء هذه الحسابات. وعندما يقترح الطلاب القيام بتحقيقات، مثل إيجاد مدة الانتظار في أيام مختلفة، ومحاولة معرفة سبب طول مدة الانتظار في أيام معينة أكثر من أيام أخرى، فإن لديك الفرصة لترشدهم حتى يرغبوا في معرفة ما تريد أن تدرّسه.

ولن يمضي وقت طويل حتى يتّضح أن الطلاب بحاجة إلى بيانات لمعرفة ما إذا كان هناك نمط معين. ما الخطوة التالية بعد أن يقترحوا، مثلاً، تحديد مدة انتظار كل طالب في استراحة الطعام وتسجيلها لمدة أسبوع؟ هل يمكنهم أن يعطوا المدير هذه الأرقام كلها كما هي؟ وماذا سيثبت ذلك؟ سيدرك الطلاب أنه يتعين عليهم القيام بأمرٍ ما لتلخيص بياناتهم لدعم المعلومات ولإثبات شيء ما. وعندما يكتشف الطلاب أنماطاً معينة، سيتمكنون من كتابة تقرير حقيقي للمدير يخبرونه فيه، مثلاً، أن متوسط مدة الانتظار في صف غداء الساندويش بين الساعة 12:10 و 12:30 هو 10 دقائق، في حين يكون المتوسط في غداء المعكرونة بالجبنة 6 دقائق فقط.

مثلما أن الموسيقى الجديدة المتعلقة بدرسٍ ما لا تقفز إلى الذهن فوراً كلما خطّطت للدرس، فكذلك الأمور التي يحبها الطلاب وتلك التي يكرهونها. ولكن كلما استمعت بانتباه أكثر، تولّد لديك إدراك جديد بالقصائد والأحداث والأشياء الحديثة، وغيرها من الأمور التي قد يهتم بها الطلاب.

دوّن على نحو ما ورد في إستراتيجية «مراقبة الطفل»، أسماء القصائد التي قد تناسب الدروس القادمة، أو اكتب ملاحظات حول القضايا المحتملة التي قد تثير اهتمامهم، مثل القطار الطويل من السيارات الذي يحدث في الأيام الممطرة لإيصال الطلاب إلى المدرسة. وشجعهم على أن يخبروك إذا سمعوا قصيدة تتعلق بالرياضيات، أو كانت لديهم شكوى حول أمرٍ ما. وكلما زادت قائمة الأشياء التي يُراد التحقق منها، وتراها كل يوم، عمل دماغك روابط،

وحظيت بلحظة «آها! وجدتها!» إن مشكلة ازدحام السيارات في الأيام الممطرة يمكن أن تكون دافعاً كبيراً لدرس خط الأعداد، أو الرسوم البيانية، عندما يقيّم الطلاب أماكن بديلة لإنزالهم حول محيط المدرسة.

استخدام أفكار موقع «الرياضيات المكتشفة Found Math»

فرص كثيرة لإثارة دافعية دراسة الرياضيات باهتمام كبير من خلال المشاركة في تنفيذ أنشطة توجد من حولك الخبرات الذاتية. مثلاً، عندما تدرك أن هناك خصوصية لبعض التواريخ، مثل أن 10 من سبتمبر من 2011 بعد 6 صباحاً قد يُكتب على النحو الآتي: 09/10/11 06:07:08، ستعتاد كتابة وجمع ملاحظات حول كثير من خيارات حياة الطلاب الواقعية المتعلقة بالرياضيات لتعرضها عليهم. احتفظ بهذه المجموعة من الأفكار قريبة منك عندما تحضّر الدروس، وسوف تتفاجأ من تكرار قفز الأفكار الجيدة إلى ذهنك. وفيما يأتي بعض هذه الأفكار لكي تنطلق منها:

* **إستراتيجية: استخدم قوائم (كتالوجات) البريد الإلكتروني**

يمكن أن يستخدم الطلاب الصغار قوائم الطلبات عبر البريد الإلكتروني للعثور على أكبر عدد من الأشياء التي يمكنهم أن يشتروها بمئة ريال، أو أكبر عدد من الأشياء ملوّنة بلونهم المفضل التي يمكنهم أن يشتروها بثمن يقترب من مئة ريال دون أن تتجاوز هذا المبلغ. وكذلك يمكن أن تسأل، ما المدة التي سيستغرقونها للادّخار لشراء أكثر شيء يرغبون فيه إذا كانوا يكسبون ريالين أسبوعيّاً. وكم المدة بالنسبة للأطفال الأكبر سنّاً الذين يكسبون ريالين في الساعة، عندما يجزّون العشب، أو 3 ريالات عند رعاية الأطفال أو جرف الثلج؟ وما الطرق المختلفة التي يمكنهم اتباعها لأداء عملين لكسب المبلغ الذي يريدون؟

ستجد أفكاراً يمكن أن يستخدمها الطلاب من هذه القوائم في حل الأسئلة التي تختارها من كتاب الرياضيات. وأما الكبار منهم فيمكنك، تبعاً للموضوع، أن تطلب إليهم حساب ضريبة المبيعات المئوية عندما يجيبون عن السؤال نفسه. وعندما يفكر الطلاب في مشتريات

باستخدام قوائم حقيقية تعرض منتجات يحبّونها، فإن ذلك يزيد من دافعيتهم وقدرتهم على إدراك قيمة الرياضيات في حياتهم.

* **إستراتيجية: استنبطها**

ما الخبرة الذاتية التي يمكن أن تكون جاذبة للطلاب أكثر من نبضات قلوبهم؟ اطلب إليهم قياس نبضات قلوبهم، ثم الركض في مكان ما لثوانٍ عدة، وقس بعد ذلك نبضهم مرة أخرى لعمل مقارنات عدة مختلفة، وإيجاد متوسط نبضات القلب لطلاب الصف كلهم. قد يتضمن توسيع هذا النشاط تحديد المعدل لكل ثانية بعد أن يتوقفوا عن الركض، وتحديد المدة الزمنية بعد الانتهاء من التمرين الرياضي لعودة نبضهم إلى المستوى الطبيعي. (تتعلق هذه القياسات بالحسابات المرتبطة بصورة وثيقة باللياقة البدنية التي يمكن مناقشتها للتشجيع على ممارسة الرياضة. ويفضل تشجيع الطلاب على تقييم نجاحهم في ممارسة تمارين بدنية عن طريق تسجيل عدد نبضات القلب عندما يعودون إلى الحالة الطبيعية).

* **إستراتيجية: استفد من الأحداث الكبيرة والعُطل**

تتضمن «الأحداث الكبيرة» الأنشطة في المدرسة مثل، الهرولة، والمهرجانات المدرسية، والمباريات الأكاديمية، ومسابقات الرياضيات، والأحداث الرياضية (المحلية والوطنية والدولية) التي تتضمن كثيراً من الأعداد والفرص لإجراء الحسابات. فعندما حملتُ الشعلة الأولمبية عام 2002، وركض الطلاب طوال الطريق بجانبي، أرادوا معرفة كل شيء عن الشعلة. وكلما مرّروها، شرحتُ لهم تعليمات حمل الشعلة: «يجب أن تحملوها وهي قائمة، فمع أن وزنها يبلغ أقل من كيلو غرامين إلا أنها ستبدو أثقل من ذلك في أثناء الركض لمسافة ربع ميل. لذا، لا تتردّدوا في نقلها من يد إلى أخرى».

لقد جرّب الطلاب وزنها بأنفسهم، وأرادوا أن يتحققوا من صحة ما وصفته لهم. لقد كان هذا الحدث مناسبة مثالية لمراجعة الرسم البياني أو التمهيد له، أو رسم جداول المدخلات والمخرجات، أو صياغة معادلات جبرية باستخدام متغيري المسافة والوزن بوصفهما عاملين ثابتين. لستَ بالطبع بحاجة إلى الشعلة الأولمبية لتنفيذ هذا النشاط، إذ

يمكن للطلاب أن يختبروا هذه الظاهرة فيحملون، مثلاً، وعاءً كبيراً من الحساء لقطع مسافات مختلفة. ومن ثم يمكنهم أن يجرّبوا باستخدام ميزان ذي نقطة ارتكاز مع صواني منزلقة لتحقيق التوازن بتحريك نقطة الارتكاز. (إن هذا الإدراك في أن الوزن يبقى ثابتاً، لكن القوة هي التي يمكن أن تزداد باختلاف البعد عن نقطة الارتكاز، أحد قياسات مستوى الطلاب في الحساب).

كن سائق الزلاجة. طُلب إلى طلابي في الصف الخامس قراءة قصة في عطلة الصيف عن فتاة تشارك في سباق آيديترود للزلاجات التي تجرها الكلاب[1]. عرفتُ أن معرفتهم السابقة ستكون محفّزة لهم. لذا، عندما اقترب موعد السباق الحقيقي، دخلت إلى الموقع الرسمي للسباق على الإنترنت لأبحث عن أسماء سائقي الزلاجات وأرقامهم في ذلك العام، ثم خطّطت لأنشطتي الخاصة، ووجدت المزيد في الموقع في قسم «المعلمون» الذي يتضمن متابعات تفاعلية ورابطاً هو «اختر موضوعاً في الرياضيات: صمّم درساً». طلبت إلى كل طالب أن يختار من «المرطبان» اسمين من أصل 80 اسماً من سائقي الزلاجات، وهذا ما ترك في الصندوق أسماءً كثيرة للطلاب الذين انسحب متسابقوهم من سباق الزلاجات في وقت مبكر.

بدأت أنشطتنا بحسابات بسيطة، مثل عدد جوارب الصفوف التي تلبسها الكلاب بناءً على عدد الكلاب الذي يبدأ بها سائق الزلاجة وهي 16 كلباً، ومن ثم توسّعت أنشطتنا لتشمل، القياسات التجريبية، والتحويل المتري، والرسم البياني للمسافة والزمن لدراسة مفهوم المعدل، وتغير درجات الحرارة من أجل عمليات الجمع، أو الطرح، أو الرسم البياني العمودي، أو الأعداد الصحيحة السالبة، وحتى الأشكال الهندسية لإيجاد أشكال الزلاجات، واستخدام نظرية فيثاغورس لحساب مسافة الانطلاق من موقع السائق إلى أقرب مستشفى بيطري. وقد أصبح الوسط الحسابي والوسيط، والمنوال، والمدى، مفاهيم «خبرة ذاتية فورية» قيّمة، عندما تتعلق بدرجة الحرارة في الملعب والمسافات بين سائقي الزلاجات الذين اختارهم الطلاب.

1) بدأ سباق آيديترود للزلاجات التي تجرها الكلاب The Iditarod Trail Dog Race في عام 1973. وينطلق السباق في ولاية ألاسكا في شهر مارس حيث يجتمع المتسابقون مع كلابهم من جميع أنحاء العالم للمشاركة في السباق الذي بات يعرف بـ «السباق الكبير الأخير» الذي تبلغ مسافته 1610 أميال-المراجع.

استخدمت «رياضيات سائق الزلاجة» في إجراء سلسلة من الأنشطة، ومراجعة دروس العام في الوقت المناسب لتقديم امتحان الولاية. يكون شهر مارس (شهر سباق آيديترود) حسّاساً أحياناً بالنسبة إلى الطلاب؛ إذ تتبعه عطلة الربيع والامتحانات. لذا، فإن توقيت هذا السباق وكثيراً من الأنشطة ذات الصلة هو توقيت مثالي. عندما تُبنى الحسابات بناءً على موقع سائق الزلاجة على طول مسار السباق، يستطيع الطلاب أن يعملوا في مستوى التحدي القابل للتحقيق ضمن مستويات مختلفة من الحسابات؛ حيث يجمعون بيانات للمقارنة مستخدمين معلومات عن السائقين الذين اختاروهم، كالمقارنة بين الوقت الذي سيستغرقه السائق الذي اختاروه عندما يريد اللحاق بالسائق الذي جاء في المرتبة الأولى إذا زادت سرعته على ميلين في الساعة (ومن ثم، لإضافة مزيد من التعقيد، إذا زاد السائق في المرتبة الأولى سرعته ميلاً في الساعة في الوقت نفسه).

بعد ظهيرة كل يوم، عندما كنتُ أعلّق على اللوحة ترتيب السائقين في السباق ، كان الطلاب يعودون مبكرين من استراحة الطعام ليروا نتيجة «عملهم». لم يكونوا بحاجة إلى أي تحفيز ليحضروا أقلام الرصاص ويحسبوا المسافة التي قطعها سائقوهم في اليوم السابق، وكم بقي عليهم أن يقطعوا حتى يصلوا إلى النقطة الآتية، أو خط النهاية في مدينة نُوم Nome. اعلم أنك تقوم بشيء صحيح عندما يحضر طلابك إلى الصف مبكرين ليدرسوا الرياضيات!

كرّم القادة. المال بلا شك عامل محفّز. لذا، علّق في الصف، قبل عطلة نهاية الأسبوع، ورقة نقدية من فئة ريال، وأخرى من فئة خمسة ريالات (علّقهما على ارتفاع عالٍ جداً). عندما يتحمّس الطلاب، اسأل أسئلة على النحو الآتي: «أيّ القادة يكرّمون في هذه السنة»، ومن ثم يمكنك أن تنتقل إلى أنواع الأنشطة كافة المتعلقة بالأعداد، كأن يعمل الطلاب في مجموعات لإجراء مجموعة من الحسابات باستخدام العددين 1 و5. وأما الكبار منهم، فذكّرهم أنهم يمكنهم استخدام الأُسس أو الكسور الاعتيادية أو غيرها من العمليات.

ستجد أن الطلاب متحفّزون ببساطة لمشاهدتهم الأوراق النقدية معلّقة في الصف، حتى لو أنهم يعلمون أن المال ليس لهم. فالمال يحفّز المرء حتى لو لم يكن حقيقياً لأنه مرتبط بالمتعة، وهذا يعني زيادة انتباه النظام الشبكي المنشّط، وإفراز الدوبامين.

دع الوقت يمر بسرعة. عندما تحدث التغيرات الموسمية، فإن تقديم الساعة أو تأخيرها (تبعاً للتوقيت الشتوي أو الصيفي) قد لا يتبعه عادة تغيير ساعات المدرسة وساعات بعض الطلاب. إذ يمكن أن تبدأ الدرس بالسؤال الآتي: هل تأخّر أحدهم أو بكّر في موعد يوم الأحد؛ لأنه نسي تغيير التوقيت؟ ستزيد هذه المقدمة من مستوى اهتمام الطلاب. لذا، خطّط في المراحل الدنيا لأحد دروس «قراءة الوقت» في هذه الأيام. واستخدم في المراحل العليا، أي عملية تدرّسها لإجراء حسابات بناءً على اختلاف المناطق الزمنية (يمكن أن ينجح هذا حتى مع الأعداد السالبة وخطوط الوقت). يمكنك طباعة خريطة لمنطقة زمنية من الإنترنت، وتطلب إليهم اختيار دول يرغبون في زيارتها أو التي لهم ارتباط شخصي بها، وإجراء حسابات تناسب مستواهم حول اختلاف التوقيت فيما بينها.

الاستفادة من تطبيقات الوسائط المتعددة في العالم الحقيقي

تصلح أمثلة الكتاب نماذج عند وضع مسائل ذات معنى مرتبطة باهتمامات طلابك، والأنشطة المدرسية، وبطاقات «مراقبة الطفل»، والأحداث الحالية، حيث يتوافر الكثير من هذه الأمثلة في الإنترنت لتناسب الوحدة الدراسية والمعايير المرتبطة بها. لكنك تستطيع أن تعمل أكثر من ذلك بوساطة البرامج الحاسوبية، والألعاب الممتعة المصمّمة للتمرين على المهارات التأسيسية، والمُعزّزة بالخبرة الإبداعية للمبرمجين الذين يعرفون ما الذي يستمتع الأطفال بلعبه في الأعمار المختلفة. ومع المزايا المضافة لتوافقها مع المعايير ونتائج رصد التقدم المتوافرة للمعلمين، فإن الخبرات الحاسوبية في الرياضيات مثالية للتعلم والتمرين وتطوير المعرفة التقنية التي يحتاج إليها طلابنا في القرن الواحد والعشرين.

* **إستراتيجية: استخدم المحاكاة الحاسوبية**

ليس من المستغرب أن تكون المحاكاة الحاسوبية الممتازة متاحة في الرياضيات، وتقدم تحديّات مناسبة، واختيارات مثيرة للحواس مرتبطة بنقاط قوة التعلم، والخيارات، والتغذية الراجعة التصحيحية، والسجلات التي يعدّها المعلمون المتعلقة بمستوى تقدم الطلاب من

أجـل التقييم. وقد وضعتُ في قسم المصادر مـن الإنترنت (الملحق أ)، قائمة بالبرامج التي استخدمتها بنجاح مع طلابي، لكن هذه البرامج تتغير وغير متوافرة على الإنترنت. لذا، فإنك ستحتاج إلى تقييمها بنفسك قبل أن تدع طلابك يجرّبونها.

وأحـد هذه البرامـج المفضلة لـديّ المصممة للمرحلـة الابتدائية العليـا (من الموقع الإلكترونـي www.coolmath-games.com) هو كوخ (كشك) عصيـر الليمون Lemonade Stand. وتهـدف هـذه اللعبة إلى كسب أكبر قدر ممكن من الأرباح فـي 30 يوماً من العمل في كشـك العصير. حيث يتحكم الطلاب في هذه اللعبة في الأسعار وقوائم الجرد وشراء اللوازم والجـودة (سيكتشفون أن وضع كميات كثيـرة من الثلج أمر مكلف ويُضعف المذاق، لكن وضع كميـات غيـر كافية من الثلج يُعد مشكلة في يوم حار، من هنا تأتي قيمة خيار التأكد من حالة الطقس الذي تعرضه اللعبة). وهذه اللعبة ممتعة جداً لدرجة أن طلابي في المرحلة المتوسطة (الذين لا يستطيعون اختيار هذه اللعبة في أثناء الحصة؛ لأنها أبسط من مستواهم وأقل من أن تضيف شيئاً إلى معرفتهم النظرية أو الإجرائية) يأتون إلى الصف خلال استراحة الطعام؛ ليلعبوا مع الرياضيات!

وهنـاك كثير من ألعاب محاكاة العالم الحقيقـي المجانية للمراحل الدراسية المختلفة والموضوعات على موقع Cool Math Games. وعندما تقيّم هذه الألعاب، ستتمكن من إضافتها إلى قائمتك عن روابط العالم الحقيقي لخطة دروس العام الدراسي.

أمّـا الألعـاب الجاذبة للمراهقين فهي صعبـة ولا ننصح بها. فألعـاب الرياضيات التي تجذب المراهقين غالباً ما تتضمن العنف والدم، لكن بعضها مصمّم على نحوٍ ممتاز للتحليل المفاهيمـي والتحليـل متعدد العوامل، حيث إنني أوصي بإلقاء نظـرة عليها، ومن ثم تقرر إن كانت تصلح لطلابك أم لا.

إحـدى أشهر هذه الألعاب هي Dimenxian (http ://dimenxan.en.softonic.com)، تبدأ هذه اللعبة بإطلاق فيروس حيوي-رقمي على جزيرة نائية، يهدّد بإصابة النظام البيئي بالعدوى، والقضاء على الجنس البشري. فالرياضيات مطلوبة في هذه اللعبة (تحليل المعادلة الخطيـة والرسم البياني والتطبيقات)؛ لعـزل الفيروس وإعادة الجزيـرة إلى حالتها البيئية

الأصليــة، والحماية ضد الطفرات. ويُعدّ مستوى هذا البرنامج ضمن مستوى ما قبل الجبر أو الجبــر المبتدئ. ومع أن اللعبة مُبرمجــة لتسجيل نقاط للعمل الجماعي، إلا أنه يمكن تعديلها للعمل المستقل المتقدم؛ لأنها تتبع نموذج التحدي القابل للتحقيق.

إن مثــل هذه الألعــاب التي تطبق الإجراءات لاستخدامها فــي مواقف جديدة هي مثيرة لاهتمام الطلاب، وتستخدم المعالجة الذهنية في نقل التعلم (Din & Calao, 2001) . وتستحق هذه اللعبة أن تجربّها بنفسك؛ فهي مثال جيد على ما تبحث عنه في ألعاب محاكاة الرياضيات، وهي لعبة مثيرة للحواس وجذابة بسبب الرسوم البيانية والتفاعل، وتقدم تغذية راجعة، وتوفر فرصــاً للعثور على طرق بديلة لحل المشكلة، وتسمح للاعب بتصحيح الأخطاء وتعديلها حيث تصبح الإجراءات مناسبة. إضافة إلى ذلك، فإنها أداة تقويم مفيدة؛ لأن أداء الطلاب لا يُسجل فحسب، بل يُحلّل أيضاً ليكشف عن أنماط الأخطاء التي تدل على الموضوعات التي يحتاج إليها الطلاب في المستوى المتقدم؛ لإشراكهم فيها عند تدريس موضوعات معينة للصف. ومن ثم يمكنك تصميم تمرين في الواجب المنزلي يتعلق بمواطن الضعف المكتشفة.

* إستراتيجية: استخدم رياضيات سوق الأسهم

هناك نشاط آخر يستمتع به الطلاب، يمكن إيجاده على الموقع الإلكتروني: www.stock-market.game.org. وفي الحقيقة أن طلابي يذكرونني أن أدعهم يستخدمون هذا النشاط لأنهم يعرفون أنه متعلق بخطة المنهاج للعام الدراسي. وأنا أسمح لهم مشاهدة الخطط التي أضعها؛ لأنني أحــبّ أن أطلعهم كيف أخطّط وأنظم، مستخدماً الأهداف طويلة المدى وقصيرة المدى على حــدٍّ سواء. وهذه المشاركة هي نوع من نمذجة التخطيط التي تنفع تطوّرهم في هذه الوظيفة التنفيذية.

إن رياضيات سوق الأسهم "Stock Market Math" برنامجٌ آخر قائم على المعايير، ولكنه فــوق مستوى معظم الطلاب حتــى الصف الثالث أو الرابع الابتدائييــن. ولكن يمكن أن يكون نشاطاً ممتازاً إذا كان مستقلاً ليمارسه الطلاب بعد إتقانهم الموضوع الحالي الذي يدرسونه. ولمّا كنت قادراً على ربط المستويات المتقدمة من مفاهيم البرنامج بالمفاهيم التي يطبقها

سائر طلاب الصف، فإنه يمكن للطلاب الذين يستخدمون رياضيات سوق الأسهم مشاركة زملائهم في اكتشافاتهم أو خبراتهم بوصفها وسيلة لتحسين مهارات التواصل لديهم، وتحفيز زملائهم الذين سيرون ما الذي يمكنهم القيام به بقليل من المعرفة التأسيسية.

يوفر البرنامج الأساسي فرصاً لنقل المفاهيم، وتعلم الرياضيات المناسبة لكل مرحلة، إلى أساسيات الاقتصاد باستخدام «حسابات عمولة» الطلاب. ومع أنه مصمّم لتستخدمه المجموعات الصغيرة، حيث يبني الفريق وظائف قشرة الدماغ الأمامية التنفيذية وهي التفاوض والتعاون، إلا أنه يمكن تعديله إن كان لديك طالب أو اثنان جاهزان للعمل في هذا المستوى. إن كلاً من النشاط الفردي ومشاركة الفريق يشتمل على التحليل الناقد، وصنع القرار، وتطوير المعرفة التقنية. وفي الوقت نفسه يتعلم الطلاب أهمية توفير المال، وأخطار الاستثمار وفوائده -وهي مع الأسف، معلومات ناقصة في معظم المدارس وحتى في الجامعات.

في الولايات المتحدة، تدفع المدارس نحو 17 دولاراً لكل فريق لمزاولة سوق الأسهم في منهج الرياضيات الكامل الذي يشمل محاكاة العمليات التجارية باستخدام الحاسوب، ويرتب الفريق بناءً على الولايات أو الفئة العمرية. وفي نهاية الفصل، يفوز الفريق الذي حصل على أفضل العائدات الربحية في كل ولاية، ويحصلون على جوائز على صورة دمى الدب والثور، أو شهادات تقدير أو غيرها من الجوائز.

* إستراتيجية: مارس ألعاب الرياضيات بالأنماط

يستمتع الطلاب بالألعاب التي تتيح لهم القيام بالتخمينات وتحسين الدقة. وهذا النوع من النشاط يتيح للدماغ ممارسة مهارة الأنماط، وهذا أمر حيوي لتوسيع المفاهيم من خلال دمج المدخلات الجديدة في المعرفة السابقة. ويطوّر الطلاب أيضاً روابط إيجابية بالعمليات الحسابية التي حفظوها عندما كانوا يمارسون الألعاب والأنشطة المعزّزة. ويمكن أن تكون هذه الأنشطة محطة للعمل أو أنشطة مركز، أو أنشطة للمجموعات الصغيرة التي تُنفَّذ في أثناء عملك مع الطلاب أكثر من تدريسك المباشر، أو احتفالاً بإتمام الوحدة الدراسية بنجاح.

إن ألعاب الألواح أو الألعاب اليدوية التي تتناول مهارات المفاهيم الرياضية، ومنها: ألعاب حـرب السفن، ولعبة الشطرنج، والدومينو، وألعــاب التفكير، وبطاقات التركيز، ولعبة أحجار النرد وغيرها، هي جميعها ألعاب رائعة لتعليم التفكير المنطقي وممارسة التفكير الرياضي، كمـا أن ألعاب الورق تتضمن أيضاً التفكير الرياضي ويمكن استخدامها في عمليات الجمع أو الضــرب، حيــث يمرّر موزع ورق اللعب الأوراق كلها، علــى ألا ينظر اللاعبون إلى أوراقهم، ثم يكشف كل لاعب ورقتين، ويفوز في لعبة الجمع اللاعب الذي لديه أكبر مجموع. وأما في لعبة الضرب، فيفوز اللاعب الذي يملك أعلى حاصل ضرب. وتستمر اللعبة حتى تنفد الأوراق من أحد اللاعبين. وتثير هذه الألعاب دوائر الرياضيات العصبية.

*** إستراتيجية: ممارسة ألعاب الدعم المعرفي للمستويات المتمايزة**

نتفق أو لا نتفق. يتبادل اللاعبون الدور في رمي أحجار النرد، ومن ثم إيجاد حاصل جمع النقــاط (بناءً علــى العمر والقدرات، ويمكن أن تحدث عملية الجمــع ذهنيّاً لممارسة تمارين الرياضيات الذهنية، أو بمساعدة القلم والورقة لممارسة الحساب). والهدف هو تسجيل أعلى عدد ممكن من النقاط دون أن يتجاوز 100. ويتعين على الطالب أن يرمي حجري النرد كليهما فــي كل مرة. ويتبادل اللاعبــان الدور في كل مرة، ولكن اللاعب الــذي يفوز باللعبة هو الذي يقترب من الرقم 100 دون أن يتجاوزه.

ألعاب الفريق. يمكن ممارسة لعبة أسئلة المعلومات العامة بتقسيم الصف إلى فريقين. فإذا أجاب اللاعب عن سؤال إجابة صحيحة يحصل فريقه على نقطتين، وإذا طلب المساعدة مــن زملائه وأجــاب الإجابة الصحيحة، يحصل فريقه على نقطــة واحدة. أما الإجابات غير الصحيحة فليس لها نقاط أو عقوبة. ويمكن تعديل اللعبة بسهولة لتناسب كل مرحلة، باستخدام أي موضــوع بــدءاً من حقائق الضرب إلى ضرب الأعداد الصحيحة السالبة. ويمكن أن يطلب إليــك الطلاب أن تسألهم أسئلة «ساخنة»، أيّ صعبة، أو «ساخنة جدّاً»، أو «ساخنة جدّاً جدّاً» فيحصلون على النقاط إن أجابوا عنها.

يمكــن أن يساعــدك الطلاب على تحضيــر أسئلة لتستخدمها في اللعبــة عندما يعملون فــي مجموعات متجانسة ضمن مستوى التحــدي نفسه القابل للتحقيق على الموضوع المعطى

لهـم؛ حيث يصوغون فـي مجموعاتهم أسئلـة للمجموعات التي تحدّدها لهـم، على أن تكتب المجموعـات الأكثر تقدماً أسئلة ضمن المستوى «ساخنة جـداً جداً». وبعد أن يكتب الطلاب فـي هذه المجموعات أسئلة بمفردهـم، ثم يمرّروها فيما بينهم ليتأكـدوا من حصولهم على الإجابة نفسها، وإذا اختلفت إجاباتهم فعليهم أن يعملوا معاً ليجدوا الإجابة الصحيحة. وإذا كان هناك عدد كافٍ من الطلاب ليشكلوا مجموعتين على أن تأخذ كل منهما مستوى معيناً من الأسئلـة، فإن هاتين المجموعتين ينبغي أن تكونا في فريقين متقابلين حتى لا يجيب الطلاب عن الأسئلة التي وضعوها خلال اللعبة. وإذا لم يكن هناك عدد كافٍ من الطلاب في المستوى الواحد، فغيّر فقط جزءاً من السؤال عندما تستخدمه، ثم ضع الأسئلة السابقة على بطاقات حسـب مستوى صعوبتها. ويمكن تقديـم الدعم للمجيبين عن الأسئلة بالسماح لهم باستشارة أعضاء «فريق الإنقاذ» قبل أن يعرضوا الإجابة النهائية.

لعبـة بطاقـة الرياضـيات. اطلب إليهم كتابة الأرقام من 1 إلى 25 على بطاقات بأي ترتيب يختارونه (مستخدماً عدداً أقل من المربعات للطلاب الصغار)، ثم ارم أحجار النرد الثلاثة، واكتـب الأرقـام الثلاثـة على اللوح. وسـواء عمل الطلاب في فـرق أو بصـورة فردية، فإنهم يستخدمـون ثلاثة أعداد فردية في أي عملية حسابيـة ليشطبوا عموداً أو صفّاً أو خطّاً قطريّاً علـى بطاقاتهـم. والقاعدة هي أنه لا بد من أن يستخدم الطـلاب الأرقام الثلاثة كلها في كل عمليـة حسابية، ولا يمكنهم تكرارها فـي العملية الواحدة. وتتضمن الخيارات للطلاب الكبار استخـدام الجذور التربيعية والأسس والأقواس. واسمـح للطلاب الذين يحتاجون إلى الدعم أن يستخدمـوا أعـداداً فردية وحدها أو عددين بدلاً من ثلاثـة. وعندما يريد معظم الطلاب مجموعةً جديدة من الأعداد، فارمِ حجر النرد مرة أخرى. ولا يجوز للطلاب أن يدمجوا أعداد الرميات المختلفة لحجر النرد بعضها في بعض.

للحفـاظ على مشاركة الطـلاب وزيادة فرص النجاح والمتعة، اطلـب إليهم أن يتبادلوا الأدوار فيمـا بينهـم. ويمكن أن يعمل الأقران معاً، ولكن تأكـد أن كلاًّ منهم يشارك في عملية التفكيـر والتعلم. وأخبرهم بالقاعدة وهي أنك قد تطلب إلى أحدهم في أي وقت، أن يخبرك كيف استخدم قيم حجر النرد في حساب النقاط. وبعبارة أخرى، يُطلب إلى كل منهم أن يكون قادراً على شرح ما فعله.

البطاطا الساخنة. يجلس فريق من خمسة أو ستة لاعبين في حلقة، ويمرّرون الورقة المثبتة على لوحة الملاحظات المرفقة بقلم. أعلن للطلاب بعد الانتهاء من الدرس عن موضوع ما، أو كمراجعة للامتحان، وأطلب إليهم أن يكتبوا أي شيء يُذكّرهم بالموضوع (أو يكتبوا نموذجاً لعملية حسابية) على الورقة عندما تُمرّر عليهم. من الأمثلة على هذه الموضوعات الكلمات التلميحية التي تشير إلى عملية الجمع (أو الطرح أو الضرب أو القسمة، إلخ)، حيث تُمرّر الورقة مدة دقيقة أو دقيقتين لحساب أعمار الطلاب وعددهم في كل مجموعة.

إذا لم يستطع الطالب التفكير في شيء يضيفه، يمكنه أن يطلب المساعدة من المجموعة، ولكن عليه أن يكتب الكلمات أو الأرقام بمفرده، وهو ما يُكسبه خبرة المراجعة والتذكر الكتابي. وعليه، سيشعر الطالب بالمشاركة والإنجاز لأنه كتب الإجابة.

في نهاية الوقت المحدّد، يفوز الفريق الذي كتب أدقّ المعلومات التي لم يكتبها فريق آخر. وتُعد قراءة الإجابات مراجعة إضافية بدلاً من عدّ المعلومات التي تكررت في الأوراق، مما يحفّز الطلاب إلى الاستماع لإجابات خصومهم وحساب نقاطهم. ثم يتبادل الممثلون عن كل فريق قراءة معلوماتهم، متجاوزين ما ذكرته مجموعات أخرى حتى تُذكر المعلومات جميعها. ويمكن لأي طالب أن يشكّك في دقة أيّ حقيقة، ولكنّك ستكون الحَكَمَ النهائي.

في هذا الفصل، عرضنا إستراتيجيات وأنشطة متنوعة قائمة على مواقف معروفة في «العالم الحقيقي». تتيح هذه السياقات المعروفة فرصاً رائعة لإثارة الدافعية لتعلم الرياضيات المبنية منظور الخبرة الشخصية المباشرة للطلاب من حيث نظرتهم إلى الأشياء المهمة في حياتهم الخاصة؛ مما يستحق منهم بذل مزيد من الجهد في تعلم الرياضيات. وعندما تجرّب هذه الإستراتيجيات، ستجد أن التخطيط والإعداد ليسا أمرين معقّدين، وعندما تضيف إليها بعض الإستراتيجيات في كل سنة، فإن ذلك سيؤدي أيضاً إلى تحسّن مهاراتك في تصميم دروس محفّزة (وذات معنى).

وضع أهداف الطالب لإثارة الدافعية

«العوائق هي تلك الأشياء المخيفة التي تراها حين تصرف عينيك عن الهدف».

هنري فورد Henry Ford – مؤسس شركة فورد لصناعة السيارات

إن القــدرة على الحفاظ علــى الدافعية للوصول إلى الأهداف طويلــة المدى، والمثابرة مــن خلال التحديات، وتجنب الإشباع الفوري، ليست جزءاً مــن شبكة ثابتة في أدمغة معظم الطلاب حتى يبلغوا العشرينات من عمرهم. ولمّا كانت الدافعية من الوظائف التنفيذية التي توجهها قشرة الدماغ الأمامية، فإنه لا بد من تشجيع السلوك الموجّه بالأهداف وتعزيزه لدى الطلاب، بدلاً من أن يُترك للمصادفة أو لأنه «أمر متوقع منهم».

إن معرفة ما يثير دافعية الدماغ للتأمل بدلاً من الاستجابة لإغراءات الإشباع الفوري في السعي لتحقيق الأهداف طويلة المدى، يمكن أن توجّه التدريس للتعلّم النشط قصير المدى، وتساعـد أيضاً الطلاب على المرور بخبرة المكافآت الداخلية المتاحة عندما تلتقي الأهداف قصيرة المدى والأهداف طويلة المدى معاً. وحتى يكون التدريس ذا أثر كبير في إثارة دافعية الطلاب ومثابرتهم، ينبغي أن يرتبط باهتمامات الطلاب، ويتوافق مع مستويات التحدي القابل للتحقيق، ويتيح فرصاً للاختيار، ويجعلهم يدركون أن التقدم في الأهداف قصيرة المدى يحقق الهدف الكبير، ويعطي تغذية راجعة مفيدة، ويزيد من تفاؤلهم.

في هذا الفصل، ربطنا محفّزات تحقيق الأهداف المحددة–كالاختيار والاهتمام والجهد– بالتدخـلات الإستراتيجية العملية التي ترشد الطلاب في تطويـر السلوكات وطرائق التفكير المناسبة.

إثارة الدافعية لأهداف الوحدة الدراسية والمفاهيم الجوهرية

إن ابتداء الوحدة بشـيء بسيط كبساطة إعداد جدول Know, Want, Learned –KWL أعـرف – أريد أن أعرف– تعلّمت (المذكور في الفصل الثالث) سيزيد من إحساس الطلاب بالامتلاك، لأن الطلاب يسألون أسئلة، ويتعرفون المفاهيم المرتبطة بالموضوع الذي يستثيرهم. ولمّا كان الطلاب يضعون أهدافاً لما يريدون تعلّمه، فإنهم عندما يرون أنفسهم يعرفون كثيراً من المعلومات المتعلقة بالموضوع الجديد، فسيقل لديهم التوتر ويزداد التفاؤل. والإستراتيجيات الآتية تعرض أفكاراً أخرى تحفّز الطلاب إلى وضع أهداف تعلّم ذات معنى.

* **إستراتيجية: اكسب اهتمام الطلاب منذ البداية**

عندما تستعرض الموضوعات التي ستدرّسها في الوحدة، استخدم المسائل النموذجية التي تبيّن فائدة هذه العمليات، بدلاً من أن تسمّي العمليات مثل الأعداد الكسرية أو الكسور غير الفعلية، مستفيداً من الإستراتيجيات ذات الطابع الشخصي المقترحة سابقاً في الكتاب. ادمج المعلومات المتعلقة بكيفية ارتباط الموضوع الجديد بما تعلّمه الطلاب أخيراً في مواد أخرى، وكيف يرتبط بالمفاهيم المتقنة سابقاً، ثم ابدأ الوحدة مستعيناً بما يرتبط بحياة الطلاب من خـلال المناقشة، أو التقديم، أو الأمور المدهشـة، أو الفيديو، أو الصور، أو الحقائق المثيرة للفضول، أو فكاهة متعلقة بالموضوع.

ابدأ بـ «بيع» أجزاء الوحدة التي تعرف أنها ستكون جاذبة للطلاب على نحو خاص. مثلاً، يمكن تناول النسب المئوية بوصفها جزءاً من الوحدة، كاستخدام المحاكاة لمصرف شخصي لتقديـم مفهوم النسبة المئوية المستخدم في حسـاب الفائدة. زوّد الطلاب بصكوك شيكات فارغة، ودفاتر حساب، وقسائم إيداع، ومن ثم صمّم مجموعة من المعاملات البنكية تناسب قـدرات كل مستوى من مستويات الطـلاب ليستخدموا «المال» الموجود في حساباتهم. يمكن للطـلاب أن «يدخروا» لشراء أشياء يعرفون ثمنها، أو اختيارها من «كتالوج» تسوق موجود في الصف. اطلب إليهم في كل يوم أو نحو ذلك، «إيداع» حساباتهم، وتحديث رصيد حساب الصف.

اطلب إليهم أيضاً عمل «ودائع» بالقيمة نفسها لحساباتهم (يبدأ الطلاب جميعهم بالمبلغ نفسه من المال). أما الطلاب الصغار فهم غير مهيئين لاستخدام النسب المئوية أو حساب الفائدة، ولكن ستكون لديهم القدرة على طرح الأعداد الكاملة (وتقريب الأسعار إلى أقرب رقم صحيح إن كان ذلك ممكناً) لمشترياتهم. ذكّر الطلاب أنه يتعين عليهم أن يكونوا قادرين على تحمّل نفقات مشترياتهم، أيّ لا بد من أن يكون لديهم مبلغ المال المطلوب في حساباتهم لشراء ما يريدون، ولن يكون هناك أي اقتراض. ساعد الطلاب الصغار على معرفة مفهومي رأس المال والفائدة.

يمكن تقديم اختيارات متقدمة لكل وحدة تدريجياً حتى لا يرتبك الطلاب. و يتعين تقديمه بعض هذه الاختيارات منذ البداية، لتحفيز الذين لديهم مواقف سلبية بسبب الملل الذي انتابهم ابتداءً. مثلاً، يمكن أن يحسب الطلاب الفائدة في أن يجعلوا حساباتهم الجارية بفائدة.

أمّا في حالة الربط بين النسب المئوية والفائدة، فيمكن للطلاب استخدام الإنترنت أو الصحف للمقارنة بين أسعار الفائدة في بنوك عدة، وتحديد أي الأسعار أفضل. وكذلك وسّع نطاق تطبيق الرياضيات في مجال الاقتصاد، واطلب إليهم أخذ ملاحظات ليشتركوا فيها لاحقاً حول اختلاف سياسات بنوك عدة وخططها وإيجابياتها وسلبياتها، وما الظروف التي ستجعلهم يختارون شخصياَ أحد هذه البنوك؟

عندما يحتوي درس أو مجموعة دروس على كثير من الحقائق للحفظ، فكّر في كيفية مساعدة طلابك على استئناف الأنشطة التي ستكون جزءاً من الوحدة. مثلاً، وضّح لهم في درس التحويلات المترية، أن أحد الواجبات المنزلية سيكون «ترجمة» وصفة من كتاب طبخ، وسيصوّت الصف على الوصفة التي سيرغبون في إعدادها في الصف.

هناك طريقة أخرى لتحفيزهم في بداية الوحدة، وهي إخبارهم بأنهم سوف يعطون درساً لطلاب أصغر منهم. فمعرفة الطلاب سلفاً أنهم سيدرّسون مفهوماً رياضياً لـ «أصدقاء» أصغر منهم بسنوات عدة ، سيحفّزهم إلى بذل جهود كبيرة في تعلم المفهوم تعلماً شاملاً، والحفاظ على تركيز عقولهم عندما يحلون التمارين. يمكنك أيضاً تشجيعهم على اتباع نموذجك، والبحث عن وسائل لربط العملية أو المفهوم بعالمهم وعالم الطلاب الأصغر منهم. إن التحدي القابل

للتحقيق العالي المستوى يمكن أن يزوّد الطلاب بالفرصة لاختيار مثال أكثر تقدماً على تطبيق للمفهـوم في الوحدة، وشرح أو تدريس جزء منه للصـف (أو شرحه لك وحدك إذا كانوا غير قادرين على إظهار إتقانهم أمام الآخرين تجنباً للحرج).

* إستراتيجية: ضع أهدافاً شخصية

بعد إيصال أهداف تعلم الوحدة الجديدة إلى طلابك، ساعدهم على إقامة روابط بين هـذه الأهداف وأهدافهـم الشخصية. وعندما يحـدّدون أهداف الإتقـان الشخصية، فإنهم سيربطون بين ما يعدّونه مهماً بأهداف الوحدة، وسيزداد تركيزهم على الوحدة، وسيحظون بمتعة الدوبامين الناتجة من التوقع الإيجابي.

علـى الرغـم مـن أن مرشّحات الدماغ تعطـي أفضلية لعبـور المدخـلات الحسّية التي تعـد بالمتعة أو تهدّد بالخطر، للخبـرة الشخصية الفورية، إلا أن بإمـكان الطلاب الحصول علـى المتعـة من الرضا الذاتي، كالوصـول إلى أهداف مهمة. في البدايـة، لا بد من أن تكون هـذه الأهداف قصيـرة المدى، ولكـن يمكن للطلاب، مع وجـود الدعم المناسـب والتحدي القابـل للتحقيق، أن يزيدوا من قدرة احتمالهم علـى تأجيل الإشباع الفوري للوصول إلى هذا الرضا الذاتي.

وفـي الوقـت الذي تستخدم فيـه اهتمامات الطـلاب ونقاط قوتهـم ومواهبهم في بناء قدراتهم على التركيز والمثابرة في مهام أكاديمية مطلوبة، فإنهم سيكتسبون الثقة بأنفسهم من نجاحاتهم. ويساعدهم هذا الشعور المتنامي بقدراتهم الذاتية على المثابرة عندما تظهر العوائق. ومع كل نجاح، يطوّرون قدراتهم لوضع الأهداف العليا لأنفسهم وتحقيقها، وفي الوقت نفسـه بناء القدرة على الصبر والمرونـة، وزيادة القدرة على تحمل العوائق التي ستظهر بين حين وآخر.

وهنـاك مثال علـى كيفية استخدام هـذه العملية فـي الصف يأتي من إحـدى طالباتي الموهوبـات من الصف السابع التي تتعلم دروس الجبر المتقدمة. فقد كانت موهوبة في حل المسائل الرياضية والمفاهيم ومعالجة الأعداد، ولكنها لا ترتاح عند استخدام تقنية برنامج

الرسم البياني. لقد كانت قادرة في الصف السابع على استخدام مهارات الرياضيات بصورة جيدة، ولكنها كانت بحاجة في النهاية إلى استخدام برنامج الرسم البياني في دروس الرياضيات المتقدمة.

ولزيادة اهتمامها باستخدام حاسبة الرسوم البيانية، فقد ربطت الحاسبة بجهاز التحكم بالمشاهدة عن بعد Controlled Remote Viewing–CRV، وهو جهاز يحمل باليد، ويُستخدم في قياس سرعة الأجسام المتحركة والمسافة التي تقطعها، وهو شبيه بالأداة التي يستخدمها شرطي المرور في قياس سرعة السيارات. وقد أريتها كيف يُستخدم النظام في تسجيل ورسم بياني لتمثيل حركات بسيطة. وبإثارة اهتمامها، شعرتْ بالسعادة في تعلم ما احتاجت إليه عندما استخدمت نظام الرسم البياني. وبعد التخلص من ترددها السابق من خلال إثارة الاهتمام الشخصي والنجاح، شعرت بالراحة في تعلم المهارات الأخرى التي يتطلبها إتقان استخدام حاسبة الرسوم البيانية.

لمّا كانت المتع الفورية ما زالت هي التي تؤدي إلى تركيز طلابك، فإن الأهداف قصيرة المدى التي تأتي بنتائج ممتعة هي نقطة البداية. لذا، فكّر في طرائق للاحتفال بإنجاز الصف للهدف، وكذلك بإنجاز الأهداف الفردية للتحدي القابل للتحقيق، مثلاً، يمكن أن يكون الطلاب الناجحون مراقِبين للصف في ذلك اليوم، أو تدعهم يصمّمون بطاقة اسم صغيرة، ويضعونها على لوحة الصف تحت عنوان «اليوم حقّقت هدفي!».

* إستراتيجية: استخدم القوة المحفّزة في الاختيار

تساعد إتاحة الاختيار على التقليل من الشعور بالضعف الذي يعانيه الطلاب نتيجة لسلبيتهم تجاه الرياضيات، وتمنحهم إحساساً بامتلاك أهداف التعلم. وتتولد قيمة عاطفية في بداية الشعور بالتمكين عندما يعرفون أنه سيتاح لهم بعض حرية الخيار في كيفية دراسة الوحدة، حتى لو لم يكن بمقدورهم اختيار ما يدرسونه ومتى. لذا، فوجود اختيارات، ولو كانت محدودة، يمكن أن يشكّل فارقاً كبيراً في دمج الطلاب ونجاحهم في النهاية.

ويجـذب الاختيار أيضـاً فضول الدمـاغ الطبيعي، ويزيد مـن الدافعية الذاتيـة تجاه الهدف (Cordova & Lepper, 1996).

عندمـا تبدأ تدريجيّـاً في تقديم البديـل، ستتعرّف الحدود والعوامل التـي يحتاج إليها طلابك بوصفهم أفراداً وصفاً. يجعل الاختيار الطلاب يتحمّلون مسؤولية التعلم، ويبني لديهم الوظائـف التنفيذية لإصدار الأحـكام واتخاذ القرار. ولكن قد يشعـر بعض الطلاب، خاصة قـرّاء الخريطة، بالقلق نتيجة لحصولهم على حريـة كثيرة في الاختيار، وسيخافون من عدم تمكّنهم من الاختيـار الصائب. لكن الطلاب سيطوّرون من خلال البدء بالخيارات الصغيرة أولاً، مهارات اتخاذ الخيارات المناسبة والممتعة ومتابعتها.

وهذه بعض المزايا التحفيزية الإضافية للاختيار:

- الواجبات المنزلية أو الامتحانات التي تبدأ بتناول المسائل التي يختار منها الطلاب هي عامل مُطَمئِن؛ حيث يشعر الطلاب أنهم يعرفون كيفية معالجة المسائل، ويؤدي بنـاء الثقة لديهم إلى التفاؤل والدوبامين والتركيز والمثابرة، وهذه الطريقة تؤسّس بداية الشعور بالثقة والإيجابية.
- يتيح الاختيار للطلاب معالجة المهام والواجبات الدراسية من خلال نقاط قوة تعلمهم والإستراتيجيات الشخصية الأكثر نجاحاً.
- عندمـا تتضمـن الخيارات روابط بالعالـم الحقيقي للطلاب وخبـرة «أنا هنا الآن»، سيزداد شعورهم بالمكافأة الداخلية نتيجة لقناعتهم بقيمة الشيء الذي يقومون به.
- بوصفـك معلماً، ستتعلم المزيد عن كيفيـة إثارة الدافعية لدى الطلاب جميعهم في المستقبـل من خلال ملاحظة اختياراتهم ومراقبتهـا ؛ فعندما يواجه أحد الطلاب وحدة دراسية صعبة، فـإن ملف قدراته الخاصة التي تحتفظ به سيذكّرك بخياراته السابقـة والأمور التي يفضلها، ويمكنـك أن تدمج هذه الخيارات في افتتاحية درس اليـوم. وبالمثل، فإن ملاحظة الخيارات السابقـة للطلاب المتفوقين يساعدك على توجيههم نحو الأنشطة الإثرائية، فتحفزهم إلى القيام بها.

وهذه بعض الطرائق المحدّدة لتقديم اختيارات محفزة في الوحدات الدراسية للرياضيات:

- شجّع الطلاب على استخدام الرسوم، أو المسائل النموذجية، أو المنظمات البيانية المختلفة في ملاحظاتهم.
- اسمح للطلاب باختيار حل المسائل المرقمّة بعدد فردي أو زوجي، أو حل مسألة من كل ثلاث مسائل في الواجب المنزلي.
- دع الطلاب يختاروا من بين أساليب عرض عدة : عروض تقديمية (بوربوينت)، صفحة إنترنت، رسوم بيانية، فيديو، جدول، جهاز العرض الرأسي، كتاب (كُتب للطلاب الصغار، مثلاً)، رسوم، جداول إكسل.
- دع الطلاب يختاروا أماكن العمل بناءً على مستوى الصعوبة أو الاهتمام أو الاستعداد.
- اطلب إليهم اختيار الألعاب أو الأنشطة المتعلقة بالرياضيات التي يرغبون في ممارستها في الصف.

تفريد وضع الأهداف طويلة المدى

عندما تزداد معرفتك بمستويات طلابك في التحدي القابل للتحقيق ونقاط قوة تعلمهم واهتماماتهم، ستكون قادراً على مساعدتهم على الاستمرار في التحسن بوصفهم متعلمين مستقلين، من خلال زيادة مدّة التأجيل التي تتحمّلها أدمغتهم فيما يتعلق بالإشباع الفوري والمتعة الداخلية المؤجلة لتحقيق الهدف الموسع بصورة أفضل. ولمّا كان الطلاب الصغار لا يمتلكون شبكات تأجيل الإشباع في قشرة الدماغ الأمامية في أدمغتهم الباحثة عن المتعة، فإنك عندما تطلب إليهم أن يضعوا أهدافاً طويلة المدى فإن هذا يتطلب إقناعاً أكثر من وضع أهداف قصيرة المدى لحصة أو وحدة دراسية قصيرة.

إن عملية النمذجة مهمة لطلابك كي يتعلموا كيفية وضع الأهداف طويلة المدى والتخطيط لها. وهذا أحد الأسباب التي تجعلك توضح لهم أهداف التعلم التي وضعتها للوحدة منذ البداية، وتشرح كيف يساعدك تنفيذ الخطوات طوال مدة العمل، كالواجبات المنزلية والمشروعات والتقويم، على تحقيق هدفك النهائي. وعندما يرى الطلاب كيف بدأت بنتيجة محسوسة تتوقع

تحقيقــه، وكيف تخطط لتقويم التقدم باتجاه هذه النتيجة طوال وقت العمل، فسيتولّد لديهم حسّ في كيفية التخطيط للأهداف.

عندما تساعد الطلاب على استخدام الاختيار، والاهتمام الشخصي، ونقاط قوة التعلم، والوظائـف التنفيذية في اختيار الأهداف الشخصية، فإنهم يظلّون بحاجة إلى خلفية نظرية؛ إذ إنهم يحتاجون إلى معرفة أهدافك عمّا تتوقع منهم تعلمه، وأما الكبار منهم، فإنهم يحتاجون إلى معرفة كيف تتضمن خطط الدروس أيضاً الأهداف المفروضة التي حدّدتها المعايير، وهذا يساعدهم على معرفة أنك لم تضع شخصيّاً كل هدف يتعين عليك تحقيقه. إن مشاركتك إياهم في آرائك تساعدهم على إدراك أن بعض الأهداف ليست لتلبية رغباتهم بل لتلبية احتياجاتهم سواء أحبوها أم لا. وسوف يدركون أنك تواجه أيضاً هذه المشكلة بموقف إيجابي. وسيكفّون، فجـأة، عن الاعتقاد أن المشاعـر السلبية تتملّكهم وحدهم، وسوف يرون إذا كان هناك شيء ما غير ممتع يمكنهم تجاوزه للوصول إلى هدف نهائي مرغوب.

إذا لـم يكن هناك اهتمـام شخصي، فلا يمكن للطلاب أن يتحكموا فيما يدخله الجهاز الشبكـي المنشـط "Reticular Activating System–RAS" لديهم، أو مرشح اللوزة العصبية للسمـاح بدخول المعلومـات وإرسالها إلى الدماغ المسؤول عـن التفكير عالي الرتبة. ويحتاج الطـلاب إلى وضع أهداف يريدون تحقيقها بناءً علـى المعلومات المتعلقة بالوحدة الدراسية التي وضّحتها لهم وأخبرتهم بها، وأهدافك التي وضعتها لهم.



المادة الرمادية

بناء السلوك الموجّه بالأهداف

تعزّز كثير من السلوكات الموجهة بالأهداف المتعلقة بالخصائص التي يتمتع بها الطلاب الناجحون، الوظائـف التنفيذية لقشرة الدمـاغ الأمامية. فعندما يتمكّن الطلاب من التعلم فـي بيئات ذات توتر قليل بوجود تغذية راجعة داعمة ومتكررة، وتحدٍّ مناسب، وخيارات، سيكونون في وضع يستطيع الجهاز الشبكي المنشـط RAS واللوزة العصبية تهيئـة أدمغتهم؛ لاستقبال معلومات جديـدة وربطها بالذكريات المخزّنة لديهـم، وإنشـاء أنماط الذاكـرة الترابطية التي يمكـن استخدامها فيما بعد في الوظيفـة المعرفية عالية المستوى للسلوك الموجه بالهدف.

إن السلوكات (التي يمارسها الطلاب ويعزّزها المعلمون) لبناء هذه الوظائف التنفيذية -مثل التركيز، ووضع الأولويات، والتنظيم، والتحليل الناقد وتفسير المشاعر، وإصدار الأحكام- هي تلك التي تكسب الطلاب مهارات الرقابة والانضباط الذاتيين. فالانجذاب الذاتي القوي للأهداف يزيد من دافعية الطلاب لتحقيقها، وهو سبب كافٍ لدمج الخيارات وأهداف الطلاب-التي تمثل قيمة شخصية لهم- في الأهداف الأكاديمية المطلوبة في كل وحدة دراسية.

* إستراتيجية: تفريد الأهداف

إن إعداد وحدة دراسية في الرياضيات لعام دراسي ناجح يكون بإنشاء خطط فردية لتحديد الأهداف وتحقيقها. ويزيد تفريد الأهداف على نحو ما رأينا سابقاً من مشاركة الطلاب وارتباطهم بالدرس. وعندما تعمل مع طلابك على وضع أهداف التعلم الخاصة بهم، يزداد إدراكهم واهتمامهم حول العلاقة بين جهودهم والنتائج الناجمة عنها. ويحتاج الطلاب إلى إرشادهم لإيجاد هدف شخصي مثير للاهتمام يرتبط بالهدف الأكاديمي للدرس، ثم تصبح القضية مساعدتهم على إدراك أن المعرفة التي ستقدمها هي معرفة قيّمة للبناء وتحقيق أهدافهم. وهذه التدخلات تزيل السلبية المتعلقة بالتعلم الجديد الذي تراكم لدى طلابك خلال السنوات السابقة نتيجة لمستويات الحفظ السطحية، واستخدام العمليات والحقائق الرياضية فقط للإجابة عن أسئلة الامتحانات.

وعندما تعرض افتتاحيتك العامة لأول درس ذي هدف طويل المدى، نشّط الدوائر الكامنة الخاصة بالمشاعر الإيجابية والفضول تجاه الرياضيات الذي امتلكه طلابك فيما مضى. واطلب إليهم أن يصفوا موقفاً شعروا فيه بالحماسة والاهتمام بدرس أو وحدة في أي مادة، وأخبرهم أنك تريد منهم أن يشعروا بذلك حيال الوحدة الدراسية الحالية.

ابدأ بتعبئة جدول (أعرف- أريد أن أعرف- تعلّمت)، ومن ثم انتقل إلى مناقشة المشاعر الإيجابية التي يتذكّرها الطلاب من تجارب التعلم السابقة. وضّح لهم أنك ستساعد كل طالب على العثور على طريقة يسترجع بها خبرات التعلم مع المتعة، وكن واضحاً وصريحاً بأنه لن

يكون كل شيء ممتعاً. ثم اسألهم إن كانت هناك بعض الأجزاء من خبرات التعلم السابقة مملّة أو محبطة، ولكنها استحقت منهم بذل الجهد في النهاية.

اذكر مثالاً على قطة جديدة (أو أي حيوان أليف آخر). هل حصل أحدكم على قطة جديدة؟ هل كان هناك حاجة إلى تجهيز البيت لاستقبال القطة؟ هل كانت هناك أمور يتعين عليهم أن يتعلموها حول كيفية الاعتناء بالقطة، أو أعمال يتطلب القيام لها لم تكن ممتعة مطلقاً، كتنظيف المكان بعدها قبل الذهاب إلى المدرسة؟ هل كان هذا يستحق العناء كله ؟ اربط هذه الخبرات بتعلم الجديد من الرياضيات. وسيعمل الطلاب كي يحصلوا على المعرفة التأسيسية التي يحتاجون إليها لامتلاك المفهوم الرياضي، ولكن كالاهتمام بالقطة تماماً، فإن العمل الجاد في البداية سيمنحهم شعور التملك إلى بقية حياتهم. (لقد عمل طلابي بجد من خلال التحديات والتكرار الممل للتمارين، وقد ارتبطوا بالخبرة حتى أنهم كانوا يمزحون من سهولة المسائل قائلين: «آه حسناً، هذه مجرد فضلات قطة صغيرة»).

* **إستراتيجية: اربط الأهداف بالتفاؤل**

عندما تستهل الدرس بتطبيقات الخبرة الشخصية الفورية للعالم الحقيقي – حتى يكون هناك شيء يرغبون في تعلمه من الوحدة – دعهم يناقشوا في مجموعات (أما إذا كانوا كباراً، فدعهم يكتبوا) أهدافهم وأحلامهم دون أي حدود بناء على ما يبدو واقعيّاً الآن.

ناقشهم فيما يرغبون في تعلمه في هذه الوحدة؛ كي تساعدهم على الوصول إلى أهدافهم (لديهم جدول أعرف – أريد أن أعرف – تعلّمت الذي يوفر التلميحات)، واكتب أفكارهم. ومن ثم اطلب إليهم أن يتناقشوا فيما يمكن أن يضيفوه إلى الخطة لتحقيق أهدافهم وأهداف الوحدة. وشاركهم في تفاؤلك بتعليقات صادقة، مثل «أراك طالباً قادراً على تحقيق (هذا الهدف أو الحلم) يوماً ما»، أو «أعرف أنك بذلت جهداً كبيراً في (ملعب كرة السلة، ساحة المدرسة، الفرقة، إلخ) لتحقيق هذا الهدف، وأعرف أنك تريد تحقيق هذا الهدف أيضاً».

اطلب إليهم كتابة بضع كلمات، أو رسم شيء يمثّل أحلامهم، ثم علّقها على لوحة النشرات تحت عنوان «أحلامُنا ودوافِعُنا»، وشجعهم على النظر إليها عندما يشعرون بالحاجة إلى الدافعية ليثابروا خلال هذا المشوار الطويل.

يؤثر التفاؤل في نجاح التعلم الذي يزيد بدوره من الدوبامين فيشجع على المزيد من التعلم. إن استخدام هذه الرؤى المستقبلية بوصفها روابط شخصية مع ما سيتعلمه طلابك، سيضيف توقّعاً إيجابيّاً للطريقة التي يرتبطون معها بالوحدة. وهذا الموقف الإيجابي سيغير من الكيميائية العصبية لأدمغتهم، وسيزيد إفراز الدوبامين من استجابتهم وتذكّرهم للمادة الجديدة.

*** إستراتيجية: استخدم التحدي القابل للتحقيق في تحديد الأهداف**

عندما ينتهي طلابك من وضع أهدافهم، ويحدّدون الخطوات المطلوبة لتحقيقها، فإن الوقت يكون قد حان للالتقاء بكل طلاب لوضع خطة فردية مع تحدٍ قابل للتحقيق. يمكنك التحضير لهذه اللقاءات من خلال التخطيط لطرائق بديلة محتملة للمشروعات، والاستقصاءات، والتجارب، والأنشطة، ومتطلبات المهارات الأساسية، والواجبات المنزلية الفردية التي تصمّمها؛ لتساعد طلابك على التقدم في تحقيق أهداف الوحدة. وعندما تلتقيهم، استخدم أهداف الطالب الخاصة ونقاط قوة تعلمه واهتماماته والمعرفة التأسيسية لديه؛ لترشده إلى تخطيط مسارات التحديات القابلة للتحقيق. أو بمعنى آخر، تعاون مع طلابك على وضع خطط للنجاح. ويمكنك بعد ذلك توسيع مهارات الوظائف التنفيذية لديهم، ومساعدتهم على الالتزام بخططهم من خلال الأسئلة الآتية: «كيف ستعرف إن كنت تتقدم على الطريق الصحيح؟ كيف ستراقب تقدمك وتثبته في أثناء قيامك بالعمل؟»

نظراً إلى تعاونك مع الطلاب للوصول إلى الأهداف المشتركة، ووجود أهداف فردية ذات أهمية شخصية لديهم، فإن طريق التحدي القابل للتحقيق، مع استخدام القياس المتدرج، سيدفعك إلى توجيههم لتنظيم خططهم. وتُعد القياسات المتدرجة أطراً توجه الطلاب لتحقيق مهامهم، والوصول إلى أهدافهم بكل نجاح، وتقدم أيضاً مستويات متباينة من الإتقان للمهارات

والمفاهيـم التي يحتاج الطلاب إلى إتقانها. وتكـون قادراً أيضاً، من خلال مساعدة الطلاب على اختيار مستوى التحدي المناسب في القياسات المتدرجة التي تتكون من أربعة أو خمسة أو ستة بنود لقياس الإنجاز، على تزويدهم بقواعد التنظيم واختيار التخطيط المناسب للنجاح.

ويمكـن أن يكون وضـع العلامات بناءً على القياس المتدرج مفيـداً بصورة خاصة لرفع المستـوى وتحدي المستويات المرتفعة. وتوفر القياسات المتدرجة أيضاً المرونة، إذ تتضمن فئـات عدة يمكن قياسها، مثل جـودة العمل، والتنظيم، والقدرة على اتبـاع تعليمات المهام، والالتـزام بالمواعيد المحددة، وبذل الجهـد، والإبداع، ووضع الأولويـات، وإصدار الأحكام، والتحليل، والاستخدام الصحيح للمصادر. ويمكن للطلاب باستخدام هذه القياسات أن يحدّدوا مواطـن الضعف التي تحتاج إلى ممارسـة المزيد من التمارين، وأي مجالات القياس يمكنهم استخدامها لمعرفة نقاط قوتهم، ومن ثم تحقيق أعلى مستوى من النجاح. حيث تزّود القياسات المتدرجـة المعلم أيضاً بتوجيهات طـوال تدريس الوحدة، وتغذية راجعة محددة عن التحسن ومواطن القوة المحددة، والتحديات التي تحتاج إلى مزيد من العمل.

أما بالنسبة لمعظم الطلاب، فسيحتوي القياس المتدرج غالباً على فئة واحدة على الأقل يشعرون فيها أنهم قادرون على تحقيق أقصى مستوى. ويمكن تشجيع الطلاب المتفوقين في الرياضيات على المثابرة والارتقاء إلى «المستوى المتقدم» أو «صفوف الشرف». وتوفر القياسات المتدرجة الفرص نفسها للطلاب جميعاً، وهي في الوقت نفسه مرنة تستوعب التحدي القابل للتحقيق الفردي في مختلف عناصر الرياضيات. ولمّا كانت هذه القياسات تظهر العلاقة بين عمـل الطلاب ومواقفهم وجهدهم وقياس مدى تحسّنهـم، فإنها تُعدّ أدوات ذات كفاءة عالية تستخدم حيوية الدماغ في التوقع والتنميط؛ لتوجيه الجهد وتقويمه حسب عدد مجالات الإنجاز الممكنة فيها.

إثارة الدافعية للتعلم الموجه بالهدف

إن قدرة الأطفال على تأجيل الإشباع لتحقيق النتائج اللاحقة ذات القيمة الأكثر، ترتبط بالنجاح في الرياضيات وفي الأداء المدرسي اللاحق جميعه (Mischel, Shoda & Rodriguez,

1989). ربما تكون سلبية طلابك تجاه الرياضيات قد حرمتهم من خبرة مكافآت تأجيل الإشباع، خاصة فيما يتعلق ببذل الجهد في الرياضيات. إن التعاون مع الطلاب على التعلم الموجه بالهدف، والأهداف المرغوبة التي وضعت بالعمل التعاوني، والرسوم البيانية التي تربط بين الجهد والأهداف، يكسبهم الخبرة في الربط بين بذل الجهد والتقدم في المستوى. ويمكن أن يكون صف الرياضيات هو المكان الذي يكتسب فيه الطلاب الدافعية الموجهة بالهدف، والمهارات التنظيمية، والمثابرة التي سيستخدمونها في مواقف خارج المدرسة، التي ستبقى معهم طوال حياتهم.



المادة الرمادية

اختبار حلوى الخطمي

اختبارُ حلوى الخطمي The Marshmallow Test تجربةٌ تهدف إلى قياس قدرة أطفال في مرحلة الروضة على تأجيل الإشباع من أجل الحصول على مكافأة أكبر. حيث أُعطي أطفال في سن الرابعة من العمر قطعة من حلوى الخطمي، وقيل لهم إنهم سيتمكنون من الحصول على أخرى إذا قاوموا إغراء تناول القطعة الأولى مدة 20 دقيقة، وقد توصل الباحثون الذين درسوا هذه الحالة أن الأطفال الذين استطاعوا تأجيل الإشباع وانتظار القطعة الأخرى غالباً ما أصبحوا ناضجين أيْ، «مستقلين أكثر»، وسجلوا بصورة عامة نقاطاً أعلى في امتحانات الاستعداد الدراسي (Shoda, Mischel & Peake, 1990). وهؤلاء الأطفال الذين لم يتناولوا الحلوى، وقبلوا القطعتين لاحقاً أُطلق عليهم «المقاومون resisters»، وأما أولئك الذين تناولوا القطعة الأولى فأُطلق عليهم «المندفعون impulsives».

وعندما أصبح المندفعون أفراداً بالغين وُجد أن لديهم مشكلات أكثر، وكانوا عنيدين وغير قادرين على اتخاذ القرارات، وغير جديرين بالثقة، وكانوا أقل ثقة بأنفسهم. وقد استمروا في عدم قدرتهم على تأجيل الإشباع. وخلال سنوات دراستهم اللاحقة، كانت لديهم مشكلة في تأجيل الإندفاع الفوري للوصول إلى أهداف طويلة المدى، وكان من السهل أن ينشغلوا بالأنشطة الأكثر متعة حتى عندما كانوا يعرفون أنهم بحاجة إلى أن يدرسوا لامتحانٍ ما أو يكتبوا تقريراً. وعندما أصبحوا بالغين، كانت حياتهم الزوجية أقل نجاحاً، ومستوى الرضا الوظيفي لديهم أقل، وحصلوا على دخل أقل، وكانت أجسامهم هزيلة، وواجهوا كثيراً من الإحباط في حياتهم.

أمّا المقاومون، فأصبحوا طلاباً أكثر نجاحاً. ومن ثمّ كبروا وانتهجوا حياة ناجحة. إضافة إلى ذلك، فإن اختبار حلوى الخطمي في اختبار تأجيل الإشباع كان اختباراً أدقّ بمرتين بوصفه مؤشراً على درجات

امتحـان الاستعـداد الدراسي من درجات اختبار نسبة الذكاء للمواد. فقـد سجل المقاومون في المتوسط 210 نقاط أكثر (من أصل 1600 نقطة) في امتحانات الاستعداد الدراسي (Sethi Mischel Aber Shoda & Rodrigues 2000).

وأظهرت تحليلات لاحقة أن القدرة على العمل المتواصل، والتركيز، وبذل الجهد، والثبات على الهدف، والمثابـرة، كانت الخصائص التي اشترك فيها الطلاب النموذجيون في العلوم، والرياضيات، والرياضة، والموسيقى، أكثر من اشتراكهم في اختبارات نسبة الذكاء. ويظهر أن هذه العلاقة بين التمرين المقصود هي علاقة سببية وليست ارتباطية (Ericsson 1996).

وقد أجرت أنجيلا دكويرث (Angela Duckworth) تحليلاً مشابهاً بعد أن تركت وظيفتها بوصفها معلمة لمادة الجبر، وأصبحت طبيبة نفسية. إذ وصلت إلى مرحلة استنتجت من خلالها أن محاولة تدريس الطلاب دون تمتعهم بضبط النفس كان أمراً محبطاً وعقيماً. ووجدت في أحد بحوثها أن القدرة على تأجيل الإشباع (حيث خُيّر طلاب الصف الثامن بين أخذ دولار فوراً، أو دولارين في الأسبوع المقبل) كان مؤشراً أفضـل علـى الأداء الأكاديمي من اختبار نسبة الذكاء، واستنتجت أن الـذكاء أمر مهم ولكنه ليس كأهمية ضبط النفس (Duckworth & Seligman, 2005).

* إستراتيجية: استخدم الرسوم البيانية للجهد والهدف

أصبح الطلاب الذين تعلموا العلاقة بين بذل الجهد والنجاح هم أصحاب الإنجازات العالية، حتى أنهم كانوا أكثر نجاحاً من الطلاب الذين تعلموا أساليب إدارة الوقت وفهم المعلومات الجديدة (Van Overwalle & De Metsenaere, 1990). إن تصميـم رسوم بيانية للجهد والهدف يبيّن للطلاب بطريقة ملموسة أن جهودهم ستحقق النتائج المرجوة نحو تحقيق أهدافهم الشخصية (وأهدافك الأكاديمية). ويصمّم الطلاب بصورة مثالية، رسومهم الخاصة ويختارون أشكالها وألوانها، ولكن يمكن للمعلم أن يصمّم الرسوم، ويدع الطلاب الصغار كطلاب الروضة، يلوّنونها. ويهدف ذلك إلى أن يروا بأنفسهم أنه باستمرار العلاقة بين الوقت والتمرين، تتحقق أهدافهم النهائية.

يسجـل الطلاب (بمساعدة أوليـاء أمورهم إذا تطلّب الأمر ذلـك) البيانات، ويرسمون رسوماً بيانية بالأعمدة تُظهر الوقت الذي يقضونه في الرياضيات، أو حجم المادة التي راجعوها

يومياً وكذلك أسبوعياً. لذا، اطلب إليهم وضع علاماتهم التي حصلوا عليها بناءً على التقويم الأسبوعي الرسمي وغير الرسمي، بجانب المجموع الأسبوعي.

إذا كان هنــاك حقيقة أو عملية رياضية أساسية يحتــاج إليها الطلاب، ويتمرنون عليها بصــورة دورية (ربما لأنهم متأخرون فيها) فيجــب أن يكون لها رسم بياني خاص بها، يُسجل عليه الوقت أو حجم المادة التي تُدرِّب عليها، وعدد الإجابات الصحيحة في امتحان معين لهذه المعلومــات. إن هذا الإدراك المرئي للنجاح الظاهر على الرســم البياني والراحة المتزايدة الناجمــة عن الفهم المتزايــد، سوف يُبنيان تدريجياً، خاصــة إذا كان لدى طلابك ثقة قليلة بأنفسهم فيما يتعلق بالرياضيات. وحفاظاً على الدافعية وتأصيلاً للعلاقة بين الجهد والهدف، يمكنك تعزيز الدافعية الذاتية من خلال إعطاء تغذية راجعة إضافية.

قبــل البدء بعمل الرسوم البيانية، اربط مفهوم التحســن مع الجهد المؤدي إلى خبرات طلابك خارج المدرسة، على أن تعطي أمثلة كالتمرن على ضربات كرة السلة، والعزف على آلة موسيقية، والطباعة، وممارسة ألعاب الفيديو. لقد صوّرت الطلاب الذين بدؤوا بتعلم العزف على آلة موسيقية في السنة التي كنت أدرّسهم فيها، وصوّرتهم ثلاث مرات وهم يعزفون خلال السنــة، وخمّنوا مدة الوقت التي تمرنوا فيها. وعنــد عرض هذه الأشرطة عليهم في السنوات اللاحقة، كان التأثير فيهم كبيراً جداً. وغالباً ما أستخدم هذه الأشرطة دون أي شرح، بوصفها طريقة جديدة لافتتاح درس ما في بداية العام. ويخمّن الطلاب ما يعتقدون أنهم سمعوه، وغالباً ما يتفاجؤون أن الطالب نفسه هو من أدّى المقاطع الثلاثة.

ومن ثم نناقش خبراتنا الخاصة بنجاحات الجهد والهدف على هيئة أمثلة، كرسم الصور، أو ركــوب الدراجة، أو السباحة، أو استخــدام الحاسوب. ولمّا كانت هذه الأمور تحدث تقريباً في الوقت نفسه لمعظم الأطفال ولا تُعد مهارات خاصة، فإن الطلاب عادة لا يدركون العملية التــي تربط بين بذل الجهد والنجــاح. إضافة إلى ذلك، فإن جزء الدماغ المختص بعمل هذه الروابــط والتوقعات هو قشرة الدماغ الأمامية، وهي آخر ما ينضج من الدماغ، ويستمر نضج الدماغ حتى العشرينيّات من العمر. إن ما يبدو بديهياً لنا بوصفنا أفراداً بالغين لا تدركه أدمغة الطلاب الصغار دون وجود أدلة واضحة لهم.

فـي البدايـة، يجب تجزئة الهدف إلى أهـداف صغيرة للتقدم باتجـاه الهدف الرئيس، ودون ذلك لن يحظى الطلاب بالتغذية الراجعة من مكافأة الدوبامين ليثابروا ويبذلوا الجهد لتسجيـل البيانات. وحتى يتمكنوا من رؤيـة النتائج وسماع خبرات زملائهم أسابيع عدة، فإن أدمغتهم لا تكوّن مسارات عصبية جديدة بدلاً من المسارات التلقائية الافتراضية التي بنوها عبر سنوات من الخبرات السلبية.

عندما يستمع الطلاب إلى «الموسيقيّ» في مثال التمرن على الموسيقى، ويدركون تجاربهم الخاصــة ببذل الجهد والنجــاح، فعادة ما يتحفّـزون إلى عمل الرســوم البيانية. ويكون جمع البيانــات والوقـت المستغرق في مساعدة الطلاب على وضع رسومهـم وفهمها أمراً مفروضاً في البداية، ولكنه يستحق هذا الجهد. لذا، شجعهم على التشارك في نتائج رسومهم، وردود أفعالهم الشخصية على ما اكتشفوه.

ما الذي يجب أن تتضـمنه الرسـوم البيانية؟ تكون البيانات الإضافية مفيدة للطلاب الكبار عندما يرون العلاقة المهمة بين بذل الجهد والتقدم. وبناءً على مجالات التحدي والأهداف، يمكـن أن تكـون لديهم أهداف مختلفــة حيث يمكنهم أن يضعـوا تعليقاتهم على حجم الجهد المبــذول، وفعالية وقت الدراسة، ودرجة الارتياح في الصــف، والإستراتيجيات المستخدمة. (ويمكنهم أن يسجلوا لاحقاً أي الإستراتيجيات المطبقة كانت أكثر نجاحاً؟ وماذا عليهم أن يفعلوا حتى يتحسنوا؟) وعندما ينجزون التمرينات، (باستخدام أدوات مثل بطاقات الرياضيات الخالية مـن الأخطاء)، فـإن البيانات يجب أن تتضمن السرعة والدقة إضافــة إلى نتائج الامتحانات القصيرة.

وفــي النهاية، ستكشف رسومهم البيانيــة المتعلقة ببذل الجهد والتقدم عن أنماط حول أفضل إستراتيجياتهم لأنواع محددة من أهداف الرياضيات، ونوع التغذية الراجعة الأكثر نجاحاً لهم. وتُضاف هذه المعرفة إلى التخطيط الناجح للأهداف مستقبلاً وإستراتيجيات تحقيقها. وتحدث النتائج الإيجابية عندما يكتب الطلاب في دفاترهم اليومية، أو يكتبون رسائل يضعونها فــي ملفاتهم، أو يكتبــون رسائل إلى أولياء أمورهم حول ملاحظاتهــم ومشاعرهم الإيجابية.

ويمكنهم أيضاً كتابة نسخ من هذه الرسائل للطلاب الذين ستدرّسهم في السنة القادمة (وهو أمر محفّز دائماً لهؤلاء الطلاب الذين ستُرسل إليهم، ومعزّزٌ للنجاح بالنسبة إلى من أرسلها).

وتأتي كفاية هذا النموذج المرئي لكونه يجعل الطلاب يشاهدون أن مستوى نجاحهم تحت سيطرتهم. فالأطفال الذين يريدون أن يتقنوا مادة أكاديمية بأهداف موجهة بالإتقان، يظهرون تقدماً أكاديميّاً طويل المدى أكثر من أقرانهم الذين يكون هدفهم الرئيس الحصول على علامات جيدة أو التفوق على الآخرين؛ (U.S. Dept. of Education, 2008).

ويمكن أن يتذوق الطلاب حلاوة النجاح والتقدير دون تعريضهم للإحراج من العلامات المتدنية، أو الشعور بالكبرياء حول علاماتهم المرتفعة؛ لأن الغاية من القياس هي قياس مدى التقدم في تحقيق الهدف وليس قياس أرقام معينة.

وعليه، اعرض تقديرات الطلاب من خلال النسبة المئوية التي تعبر عن تحقيق هدف شخصي بدلاً من عرض قائمة المنافسة المعتادة لعلامات الطلاب جميعهم (باستخدام الأرقام أو الحروف). إذ يمكن لطالبين اختارا هدفاً لإتقان جزء مختلف من جدول الضرب (مثلاً جدول ضرب العدد 5 إلى 9) أن يحصلا على 100% من الإنجاز، حتى لو أتقن كل منهما موضوعاً مختلفاً.

كيف يمكنك أن تدعم تقدم الطلاب؟ عندما يبدأ الطلاب بذل الجهد مباشرة للوصول إلى الهدف، فإنهم سيظلون محتاجين إلى مساعدتك على المثابرة. ويمكنك أن تقدم الدعم من خلال اللقاءات الدورية، والتغذية الراجعة، وتقدير الجهد، وتعزيز التقدير الذاتي، والدروس القائمة على دليل صاحب الدماغ (انظر الملحق أ).

ويمكنك أن تقدم تقويماً تكوينيّاً رسميّاً أو غير رسمي خلال اللقاءات الفردية حتى تساعد طلابك على وضع أهداف الرياضيات للوحدة، ومعالجة الخلفية النظرية المفقودة لديهم. وعندما تقوّم تعلمهم بصورة دورية، وتزوّدهم بتغذية راجعة تصحيحية، وهم لا يزالون مشتركين في رصد تقدمهم، فعندئذٍ يمكنهم من خلال تشجيعك، إجراء تعديلات في أثناء تقدمهم وصولاً إلى أهدافهم النهائية- قبل إنهاء المشروعات أو الوحدات الدراسية أو إجراء الامتحانات.

عندمـا تلتقي الطلاب، اطلب إليهم أولاً التفكير في رفـع مستوياتهم، ما التغيرات التي لاحظوها؟ ما الشيء الذي أصبح سهلاً وكان فيما مضى صعباً؟ ما الذي اكتشفوه حول كيفية تعلمهم للحصول على أفضل النتائج؟ بعد أن يستجيبوا لهذه الأسئلة، زوّدهم بالتغذية الراجعة بناءً على ملاحظاتك عن عملهم، ومعرفتك بنقاط قوتهم. وزوّدهم أيضاً باقتراحات، وذكّرهم بالأدوات التي ستقودهم إلى تحقيق هدفهم بأفضل طريقة فعالة.

تؤثـر الطريقة التي تقدّر بها جهود طلابك فـي توقّعهم النجاح. لذا، اثنِ على جهودهم التـي تعكس تقدمهم نحو تحقيق أهدافهم مما يحافظ علـى بقائهم مشاركين. وعندما تقدّر جهودهم طـوال الوقت باستخدام الأهـداف الصغيرة (الأهداف قصيـرة المدى التي تتخذ دليلاً على خطوات الطلاب لتحقيق الهدف طويل المدى)، فإنهم سيدركون مبكراً أن تقدمهم مرتبـط بمثابرتهم. إن هذه اللقاءات تحفّز الطلاب علـى الاستمرار في بذل الجهد للمثابرة مـن خلال التحدي، وتطبيق ما تعلموه على المشكلات الجديدة، وسيكتسبون تدريجيّاً القدرة على التكيف، وحتى الاستمتاع في التحدي.

يُعـدّ اهتمامك المحدّد الصادق الداعم والاستجابة لتقدم الطلاب، وليس فقط تحقيق أهدافهـم النهائيـة، عنصراً رئيساً في هـذه اللقاءات. وعليه، تأكد فـي نهاية اللقاء من لفت الانتبـاه إلى بعض الأجزاء في رسومهم البيانية التي تظهر أدلة على تقدمهم، وعلّق على هذه الأدلة. قل مثلاً: «هذا رائع، أنت تستحق هذا فعلاً. أنا فخور بك جدّاً!».

ما الذي ستلاحظه؟ الرسوم البيانية التي تظهر العلاقة بين الجهد والتقدم هي أول خطوة لتحسن الطلاب فيما يتعلق بتأجيل الإشباع؛ حيث إن القدرة على ربط بذل الجهد بالنجاح توفر لطلابـك طريقة للتوقع، ومن ثم تجعلهـم قادرين على التحكم في مستقبلهم مع الرياضيات. وربمـا يرون، لمرّة أولى، العلاقة الإيجابية بين أفعالهـم والعواقب الناجمة عنها. وسيفهمون أن بذل الجهد مع مرور الوقت يؤتي ثماره، وهو ما يحفز الطلاب الآن ويزيد من قدرتهم على تحمل الإحباط المتعلق بالعوائق التي تحدث بين حين وآخر، وكذلك القدرة على تلبية متطلبات المنهاج «المكثّف والسريع» الذي يتطلب حفظاً مستمرّاً للحقائق.

إن بناء الدوائر العصبية للطلاب التي تربط الأهداف طويلة المدى بالخطوات الوسيطة والتمرّن واكتساب مهارات جديدة، سيتطلب وقتاً وصبراً. عندما يواجه الطلاب فشلاً متكرراً، فإن ذلك يؤدي إلى تقوية الشبكة العصبية المسؤولة عن السلبية، ويصبح توقّعها عالياً مع كل فشل إضافي. وعند تقويتها من خلال التحفيز المتكرر والمرونة العصبية، فإن الشبكات العصبية الجديدة والإيجابية ستصبح هي الشبكات التلقائية لديهم، وتمكّنهم من إظهار المرونة. وعندما يواجه الطلاب الانتكاسات، فإن مراجعتهم لرسومهم البيانية التي تظهر الجهد والتقدم ستضع هذه الانتكاسات في مكانها الصحيح.

قد تجد أن طلابك مستعدون لتوسيع الوظائف التنفيذية في قشرة الدماغ الأمامية، وتطوير المسؤولية الشخصية، والتحكم في ردود الفعل العاطفية، ومهارات التخطيط، ومهارات حل المشكلات، والدافعية الذاتية. يمكنك استخدام اكتشافهم الجديد للعلاقة بين بذل الجهد والتقدم، لمساعدتهم على الاستمرار في تعلم تنظيم وظائف الأعداد، وتهذيب سلوكهم، من خلال البحث عن أنماط وروابط ذات علاقة بالمعرفة والخبرة السابقتين، وتوقع عواقب الأفعال والتخطيط للمستقبل أو توقع ما سيحدث فيه، واستخدام مهارات التنظيم، وبذل الجهد لتحقيق الأهداف.

فكّر في قراءة الفقرة السابقة مرة أخرى. فإذا قرأتها وفي ذهنك الضبط الموجه ذاتيّاً للطلاب، فاقرأها الآن مع ربطها بحل مسائل الرياضيات، أو العكس. ومما يثير دهشتي حقيقة أن المفاهيم التي تؤدي إلى النجاح في الرياضيات، والطريقة التي جُبِل عليها الدماغ في معالجة الأفكار والأنماط الرياضية الكبيرة هي أساساً العملية نفسها التي تعمل على تطوير الوظائف التنفيذية، والمسؤولية الشخصية لدى البشر. وقد تحدث هذه الأشياء كلها في صفك!

أنت تعرف ما الذي جعلك تعتقد أن الرياضيات مهمة، ولكن ما هو بدهي لك ليس بالضرورة واضحاً وبدهيّاً لطلابك. قد يعرف الطلاب الحقائق المعزولة؛ لكنهم لم ينشئوا الروابط للربط بين الحقائق المعزولة وأنماط الذاكرة التي لديها القدرة على التوقع لتحسين قراراتهم

وبصيرتهـم. وعليه، تذكّـر أن قشرة الدماغ الأمامية غير الناضجة، ووجود فجوات لديهم في تطور المفاهيم تمنع الحصين من الربط بين المعرفة السابقة الملائمة والمعلومات الجديدة.

قـد تكـون الشخص الوحيد الذي يقضـي معه الطلاب الوقت، وله موقـف إيجابي تجاه الرياضيات. وعندما يحترمك الطلاب، فإنهم سيرغبون في أن يصبحوا مثلك. لذا، بيّن لهم مـن خلال كلامك وأفعالـك ومشاعرك أنك تقدر التفكير الرياضـي، وأظهر لهم سبب حبّك للرياضيات، ورغبتك في مشاركتهم في المعرفة التي لديك.

الخاتمة

تعلّمتَ حتى الآن أن المعرفة المتوافرة من بحوث الدماغ، عندما تُطبّق على التعلم، يمكن أن تساعدك على شحذ عقول طلابك وتنشيطها. ونظراً إلى أنك معلمهم، يمكنك مساعدتهم على بناء مهارات الحياة، كتحسين الذاكرة والتركيز، والتنظيم، ووضع الأهداف. وباستخدام الإستراتيجيات الصديقة للدماغ التي تلائم نقاط قوة تعلم طلابك، فإنهم سوف يكتسبون الاستعداد والثقة في الرياضيات (وفي المواد جميعها)، ويصبحون متعلمين مدى الحياة، ويتمكنون من نقل ما يتعلمونه وتطبيقه على مواقف العالم الحقيقي.

قبل أن يحب الأطفال الرياضيات، عليهم أن يشعروا بالارتياح عند دراستها. فإذا تصوروا أنها مصدر قلق، فسوف يقاومونها. وعندما تساعد الطلاب على الشعور بالثقة أنك ستعمل معهم حتى يتمكنوا من استخدام نقاط قوة تعلمهم، فسيؤدي ذلك إلى تحفيزهم على بذل الجهد لتحقيق الأهداف المهمة، وهذا يشعرهم بالأمان لتقبل الأخطار في مجتمع صفي داعم، ويتعلمون أيضاً من أخطائهم.

وعندما توفر البيئة التعلمية في صفك الاستقرار والألفة، والتكرار غير الممل والسلوك الإيجابي (وجميعها أمور مهمة للوزة العصبية)، وكذلك إعداد الأنشطة الجديدة والممتعة (الجيدة للجهاز الشبكي المنشط وإفراز الدوبامين) فإن طلابك سيكتسبون الشعور بالراحة عند تعلم الرياضيات، ويهتمون بها. لذا، فإن الدروس الجاذبة للطلاب، والمفيدة شخصياً لكل منهم، والمتمايزة بطريقة مناسبة، لتوفر تحدياً قابلاً للتحقيق، ستؤدي إلى تبدل قلق الطلاب ومخاوفهم إلى ثقة، وسيرتفع نجاحهم في الرياضيات إلى مستوى توقعاتك.

وعندما يتلقى الطلاب المعلومات تلقيّاً سلبيّاً دون تفاعل لاجترارها في الامتحانات المقنّنة، فإنهم لا يكتسبون إلا القليل من التعلم الحقيقي. ويتعين عليهم؛ لكي تعالج أدمغتهم المعلومات لتخزينها في ذاكرتهم طويلة المدى، أن يستخدموا هذه المعلومات بفاعلية. أما

الرياضيات، فإنك تساعدهم على حبها واستيعابها من خلال حثك لهم على استخدام المعلومات ليتحققوا، أو يصنّفوا، أو يقارنوا، أو يحلّوا المشكلات الصعبة مستعينين بمهارات التفكير العليا. إن المعلومات التي تقدمها من خلال خبرات متعددة الحواس، والتفريد، والتقدم المتعلق بالتحدي القابل للتحقيق، ستساعد على ربط طلابك بمادة الرياضيات بطريقة إيجابية مما يؤثر في تعلمهم مستقبلاً.

إن من شأن تفريد الأهداف أن يزيد من ارتباط طلابك ومشاركتهم. وعندما تطلب إليهم مشاركتك في وضع أهداف التعلم، فإنهم على الأرجح سيدركون العلاقة بين جهودهم ونتائج تحقيق الأهداف التي تسفر عنها هذه الجهود، ويهتمون بها، ولاسيّما عندما ترشدهم إلى إيجاد الأهداف المتصلة باهتماماتهم ليربطوا بينها وبين الهدف الأكاديمي للدرس. وسيتطور لديهم الفهم المفاهيمي الذي يمكنهم تطبيقه ونقله إلى مواقف جديدة بعيداً عن السطحية في الحفظ، واستخدام الحقائق والعمليات، والإجابة عن أسئلة الامتحانات.

وآخر نصيحة أقدمها إليك، أيها المعلم، تتضمنها الرسالة البسيطة الآتية: احتفل بنجاحاتك لا بمحاولاتك الأقل نجاحاً. واعلم أنك عندما تساعد طلابك على تطوير المهارات والإستراتيجيات واكتساب مستويات التفكير العليا، فإنهم سيندمجون في التعلم بصورة متزايدة داخل المدرسة وخارجها. وستزيد ثقتهم بأنفسهم، وسيصبحون أكثر مرونة عندما يواجهون العوائق والإحباط. وسيعلمون أنهم قادرون على تحقيق أي أمر يقرّرونه في أذهانهم؛ لأنه سبق أن فعلوا ذلك في صفك. ولقد كرسّت نفسك لتُحدث تغيّراً في حياة طلابك، وقد نجحت فعلاً بسبب ذلك.

مصادر من الإنترنت

المصـــادر الآتية كانت صحيحة وقت نشر هــذا الكتاب. ولكن ينبغي الأخذ في الحسبان أن كثيــراً منها قد تغيّــر أو أصبح غير موجود. لذا، يتعين عليك أن تتحقق منها قبل أن توصي بها الطلاب أو أولياء الأمور أو المعلمين.

أنشطة، ومشروعات، وأوراق عمل للمعلم:

A to Z Teacher Stuff ®
http://atozteacherstuff .com
CSI: Mathematics, Curriculum Support Information
www.ceismc.gatech.edu/CSI
Education Planet®
www.educationplanet.com
Education World®
www.educationworld.com
Th e Educator's Reference Desksm: Lesson Plans
http://askeric.org/Virtual/Lessons
Learner.org
www.learner.org
LessonPlanz.com™
www.lessonplanz.com
Math Worksheet Generator
www.mccollam.com/math
National Council of Teachers of Mathematics: Illuminations
http://illuminations.nctm.org

RubiStar

«تحتوي على قياسات متدرجة جاهزة للطباعة»

http://rubistar.4teachers.org
Teacher Planet®: Lesson Plans for Teachers
www.lessonplans4teachers.com

ألعاب/تمارين على حقائق الرياضيات

A to Z Investments:

«تاريخ وول ستريت وأسواق الأسهم»

www.atozinvestments.com/more–wall–street–history.html

AAA Math

«دروس حساب تفاعلية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.aaamath.com

Aplus Math

«ألعاب، وأوراق عمل تفاعلية حول الحساب للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

http://aplusmath.com/Games/index.html

British Nutrition Foundation

«جداول تحويل ووصفات»

www.foodafactofl ife.org.uk/Sheet.aspx?siteId=12&sectionId=49&content Id=131

Cool Math®

«ألعاب تفاعلية عن الحساب للمراحل من الروضة حتى الصف الثامن»

www.coolmath.com

Cool Math 4 Kids®

«ألعاب تفاعلية عن الحساب للمراحل بدءاً من الصف الثامن حتى الصف الثاني عشر»

www.coolmath4kids.com

DimensionM

«ألعاب فيديو متعددة للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثاني عشر، يتنافس فيها الطلاب، ويتعاونون مع لاعبين آخرين»

www.dimensionu.com/math

Discovery Education®: Brain Boosters

http://school.discoveryeducation.com/brainboosters/#number

Explore Learning: Gizmos™

«محاكاة تفاعلية على الإنترنت للمراحل بدءاً من الصف الثالث حتى الثاني عشر»

www.explorelearning.com

Interactivate: Activities

«ألعاب، وأوراق عمل تفاعلية عن الحساب للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.shodor.org/interactivate/activities

Interactivate: Area Explorer

«أنشطة تفاعلية عن حساب المساحة»

www.shodor.org/interactivate/activities/AreaExplorer

Kinderweb Educational Children's Games

«ألعاب، حساب تفاعلية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف السادس»

http://kinderwebgames.com

Knowledge Matters: Virtual Business Challenge

«محاكاة المعرفة بالأعمال المالية والتجارية»

http://vbc.knowledgematters.com/vbc/sports/about

Learner.org: Cooking by Numbers

«التحويلات المترية»

www.learner.org/interactives/dailymath/meters_liters.html

The MAA Mathematical Sciences Digital Library

«روابط لأخبار وأحداث الرياضيات وألعاب مجانية»

http://mathdl.maa.org

Math Cats: Tessellation Town

«أنشطة التبليط»

(www.mathcats.com/explore/tessellationtown.html

Math Fact Cafe™: The Fact Sheet Factory

«أوراق عمل، وألعاب، وبطاقات تعليمية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.mathfactcafe.com

The Math Forum @ Drexel

«أنشطة رياضيات»

http://mathforum.org/library/topics/sports

Math Jokes

«أحاجي الرياضيات»

www.sonoma.edu/Math/faculty/falbo/jokes.html

Mathletics!

«ألعاب رياضة متعلقة بالرياضيات»

http://chalk.richmond.edu/education/projects/webunits/math/sport.html

Natural Math

«أنشطة الرياضيات والطبيعة»

www.naturalmath.com

NCTM Illuminations

«ألعاب رياضيات للمراحل بدءاً من الصف السادس حتى الثامن»

http://illuminations.nctm.org/Activities.aspx?grade=3

PBS Kids Lesson Plan: Play the Market

«لعبة رياضيات: سوق الأسهم»

http://pbskids.org/bigapplehistory/parentsteachers/business_lesson7.html

Puzzle Pixies

«ألعاب تفاعلية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.puzzlepixies.com/medium/medium/sherlocks–secret–code.html

SuperKids® Math Worksheet Creator

«أوراق عمل، وألعاب، وأقوال، ومفردات عن الرياضيات»

www.superkids.com/aweb/tools/math

Tessellation World of Makoto Nakamura
http://makoto–nakamura.sakura.ne.jp/home.index.html

Tessellations.org
www.tessellations.org

Texas Instruments: Classroom Activities

«أنشطة رياضيات للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثاني عشر، وأنشطة الآلة الحاسبة للأعمار جميعها»

http://education.ti.com/educationportal/sites/US/sectionHome/
classroomactivities.html

U.S. Department of Education: Helping Your Child Learn Mathematics

«أنشطة يمكن أن يستخدمها أولياء الأمور للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الخامس لتقوية مهارات الرياضيات، وبناء مواقف إيجابية قوية»

www.ed.gov/parents/academic/help/math/index.html

Universal Currency Converter
www.xe.com/ucc

Wolfram MathWorld™

«روابط لألعاب رياضيات، ومفردات، ودروس للمراحل بدءاً من الصف الثامن حتى الثاني عشر»

http://mathworld.wolfram.com/about

المنظّمات البيانية:

edHelper Graphic Organizers

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

www.edhelper.com/teachers/graphic_organizers.htm

Education Place Graphic Organizers (Houghton Mifflin Harcourt)

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

www.eduplace.com/graphicorganizer

Freeology.com

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

http://freeology.com/graphicorgs

Graphic.org Graphic Organizers

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

www.graphic.org/goindex.html

Kidspiration®:

«المراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الخامس (تعلم مرئي لبناء الفهم المفاهيمي للرياضيات»

www.inspiration.com/kidspiration

National Library of Virtual Manipulatives

«فرص التعلم المرئي للرياضيات»

http://nlvm.usu.edu/en/nav/topic_t_5.html

NCES Kids' Zone: Create a Graph

«أنشطة رسم بياني للمرحلة الابتدائية»

http://nces.ed.gov/nceskids/createagraph/default.aspx

TeacherVision®:

«خطط دروس ونماذج جاهزة للطباعة وغيرها (منظمات بيانية وخطط دروس جاهزة للطباعة»

www.teachervision.fen.com/graphic–organizers/printable/6293.html

التدريس والتقويم:

ALEKS®

«نظام التمرين على الرياضيات والتغذية الراجعة التصحيحية»

www.aleks.com

CTB/McGraw–Hill: Acuity™

«أداة التقويم التكويني»

www.acuityforschool.com

الفيديو والأنشطة:

The Futures Channel®

«فيديو، ودروس لتطبيقات العالم الحقيقي في العلوم والرياضيات»

www.thefutureschannel.com/hands–on_math.php

الملحق (ب):

دليلك صاحب الدماغ

خلال الأسابيع الأربعة الأولى من المدرسة، أقدم للطلاب ثلاث جلسات، مدة كل منها 15 دقيقة للتركيز على هذه المادة. وأشرح جزءاً من المادة بكلماتي الخاصة، وأستخدم النماذج، أو الرسوم، أو الصور الحقيقية لتركيب الدماغ. في العادة، تشجع أسئلة الطلاب النقاش الذي يعمّق فهمهم لوظائف الدماغ. وأسألهم أيضاً أسئلة تزيد من فضولهم، فقد أسأل مثلاً: «لماذا لا تتجدّد الخلايا العصبية نفسها في الدماغ على نحو ما هي في خلايا الجلد والدم؟» وغالباً ما يحيّرهم السؤال ويثير فضولهم. ويدركون أخيراً أن التعلم والتمرين مهمان حتى تصبح المعلومات ذكريات مخزنة في الخلايا العصبية، فإذا تجدّدت هذه الخلايا باستمرار في الدماغ، فسوف تُفقد هذه المعلومات التي اكتُسبت.

وعندما ندرس وظائف الدماغ، يرسم الطلاب رسوماً أو يشكّلون نماذج من الطين تمثّل التفرعات الشجرية (وتسمى الزوائد المتشجرة) التي تنمو لديهم. وأشجعهم على المناقشة و/أو الكتابة لمعرفة كيف تؤثر هذه المعلومات في مواقفهم تجاه المدرسة، وفي عاداتهم الدراسية، وقدرتهم على تغيير ذكائهم.

خلال العام الدراسي، أدمج الرسائل التذكيرية من وظائف الدماغ في إستراتيجيات التدريس. مثلاً، عندما أعرض فوائد «الدندرايت» (التفرعات الشجرية)، أشجع النقاش المتعلق بذلك فينمو المزيد من التفرعات الشجرية في الشبكات العصبية عندما تصبح المعلوماتُ التي تعلمناها أو تمرّنّا عليها أو استخدمناها، راسخةً في الذاكرة. وعندما يشتكي الطلاب من الواجب المنزلي، أطلب إلى متطوعين قراءة ملاحظاتهم أو عرض رسومهم ليشرحوا كيف أن الواجبَ المنزلي فرصةٌ لأدمغتهم لمراجعة المعلومات الجديدة التي اكتُسبت، وتحفيز نمو التفرعات الشجرية.

إن توضيح كيفية عمل الدماغ للطلاب –من حيث قدرتنا على التعلم– يمكن أن يكون له مزايا كثيـرة، فضلاً على زيادة الدافعية والاهتمام وفهم الطـلاب لقيمة إستراتيجيات التعلم المتنوعة المتوافـرة لديهم (ولمـاذا تنجح هذه الإستراتيجيات؟). وفيما يأتـي مثال يوضح لك كيف يمكن أن تعرض معلومات متعلقة بالدماغ على الطلاب في المرحلتين الابتدائيتين؛ العليا والمتوسطة.

يحـدث التعلم خلال سلسلة من الأحداث الكيميائية والكهربائية. فكل شيء تتعلمه يأتي إلى الدماغ من خلال حواسك. ولا يمتلك الدماغ أعصاباً حسّية تشعر بالألم (لذا، فإن بعض العمليـات الجراحيـة للدماغ يمكن إجراؤهـا دون الشعور بالألم، ويكـون المريض مستيقظاً، ويتحدث حتى يستطيع الطبيب معرفة أي الأجزاء المتضررة من الدماغ يمكن إزالتها بأمان). ترسل الأعصاب الحسية جميعها في جلدك، وعضلاتك، ومعدتك، وعينيك، وأذنيك، وأنفك، وحليمات التذوق، المعلومات إلى الدماغ. وبهذه الطريقة «تعرف» ما تراه، أو تسمعه، أو تشعر به، أو تشمّه، أو تتذوّقه.

ولكن يوجد في الدماغ عوائق تحول دون دخول المعلومات إليه. وهذه العوائق هي مرشّحات تحمي الدماغ من الإصابة بالإرهاق. إنّ الدماغ عضو مذهل، ولكنه ليس مؤهلاً لمعالجة مليارات المعلومـات الحسية التي تصله في كل ثانية؛ وعندما يكون دماغك هادئاً وليس مُجهداً بسبب المشاعر كالخوف أو الغضب أو الحزن، فعندئذٍ تزداد قدرتك على التحكم، وانتقاء المعلومات من بيئتك التي ستدخل إلى دماغك، ومن ثم إلى الدماغ الواعي التأملي. ويمكنك تهدئة مركز إدخال المعلومات في دماغك –أيّ، الجهاز الشبكي المنشط– لتتحكم في كيفية اختيار دماغك للبيانـات الحسيـة لتسمح لها بالعبور من خلال مرشح النظام الشبكي المنشط؛ حيث لا يعبر من هذا المرشح في الثانية الواحدة سوى 2000 معلومة من أصل مليارات المعلومات الحسية المتوافـرة، ويمكنك التأثير في أي المعلومات تلفـت انتباهك ويُسمح لها بالدخول إلى الجزء الأعلى من الدماغ. وتتأثر أيضاً طريقة تخزينك للمدخلات الحسّية التي تعبر مرشّحات دماغك بحالتـك العاطفية، في الوقت الـذي تسمع فيه المعلومات الحسية وتراهـا وتختبرها، وتتأثر أيضاً بطريقة استعداد دماغك لاستقبال المعلومات الجديدة من خلال تنشيط الذكريات عن الأمور التي تعرفها مسبقاً.

عندمـا تعمل مرشحات دماغك على النحو الأمثل–لأن مستويات التوتر لديك منخفضة ومستويـات اهتمامـك مرتفعة– فإن معظم المعلومـات القيّمة هي التي يمكنهـا أن تعبر إلى ذاكرتـك وإلى الجزء المسؤول في دماغك عن التفكير. ولكن عندما تكون متوتراً، أو قلقاً، أو حزينـاً، أو محبطاً، أو مرتبكاً، أو شاعـراً بالملل، فإن مرشحات دماغك على الأغلب ستوصل المعلومات الحسية من العالم حولك إلى الأجهزة التلقائية في دماغك. وهذه الأجهزة التلقائية التفاعليـة يمكن أن تختار ثلاثة أشياء للتعامل مـع المعلومات–فترسل إشارات تجعلك تسيء التصـرف (**مقاومة الخبرة السلبية**)، أو تحلـم أحلام اليقظة، أو تتصرف بلامبالاة (**الهروب مـن الخبرات السيئة**)، أو تتجاهل هذه المعلومات (التجمّد). وهذا هو حال دماغك التفاعلي في حالة القتال/ الهروب/ التجمّد.

إن زيـادة وعيـك بمشاعـرك الخاصة ونقاط قوتـك الشخصية تمكّنك مـن الاستجابة لأهم المدخلات (المعلومات) الحسّية في بيئتك. فالتمرن على ما تعلمته ومراجعته وتطبيقه (المعالجـة الذهنيـة) يزيد من قوة دوائر الذاكرة في دماغك؛ مما يجعل ما تعلمته يدوم مدة أطول في الذاكرة طويلة المدى، وتستخدم المعرفة في حل المشكلات، وتكون مبدعاً.

دماغك عبارة عن "RAD"

يوجد ثلاثة عناصـر رئيسة في الدماغ هي مفاتيح للتحكم في المعلومات التي يستقبلها الدمـاغ ويعالجها. وهي تعمل من خلال قدرات التفكير والمنطق العالية التي تحدث في قشرة الدماغ الأمامية، وهذه القشرة عبارة عن طبقة رقيقة من الخِلايا العصبية موجودة في مقدمة الدمـاغ وخلف العينين. إنّ هذه المكوّنات الثلاثة هي مـا أُشير إليها بِـ "RAD"، وهو اختصار آتٍ من الحروف الأولى من:

الجهاز الشبكي المنشط	Reticular Activating System (RAS)
اللوزة العصبية	Amygdala
الدوبامين	Dopamine

الجهاز الشبكي المنشّط "RAS"

تدخل المعلومات إلى الدماغ بوصفها بيانات حسّية (آتية مما تسمعه، أو تراه، أو تشمه، أو تلمســه، أو تتذوقــه). ولكي تدخل دماغك فإن على هذه المعلومات الحسية أن تعبر أولاً من خلال الجهاز الشبكي المنشّط، ولاحقاً عبر الجهاز الحوفي (وخاصة اللوزة العصبية والحصين) حيث يتم تعرّفها وتقبلها، ثم وضعها في أنماط، وأخيراً تُخزّن في الذاكرة طويلة المدى.

والجهاز الشبكي المنشّط هو نظام تحويل الانتباه، ويوجد في الجزء السفلي الخلفي من الدماغ (جذع الدماغ). ويستقبل هذا النظام المدخلات من الأعصاب الحسّية في الجسم التي تتجمع في النخاع الشوكـي آتيةً من النهايات العصبية الحسّاسة في العينين والأذنين والفم، وأجزاء أخرى من الوجه، والجلد، والعضلات، والأعضاء الداخلية. ويجب أن تعبر هذه الرسائل الحسّية أولاً من خلال الجهاز الشبكي المنشّط، ثمّ إمّا 1– أن تدخل إلى منطقة التفكير العليا في قشرة الدماغ الأمامية التأملية 2– وإمّا أن تُرسل مباشرة إلى المراكز التلقائية الانعكاسية التفاعلية.

إن الهدف من التعلم والتحكم العاطفي الناجحين هو إبقاء مرشّح النظام الشبكي المنشّط مفتوحاً أمام تدفق المعلومات التي تريدها أن تدخل إلى قشرة الدماغ الأمامية. وكلما ازددت توتـراً، صَعُب عليك تركيز انتباهك وإنشاء ذكريات في دماغك التأملي، واستخدام ما تعلمته استخداماً جيداً في الامتحانات والإبداع في حل المشكلات. وإذا شعرت بالارتباك، وأنك غير قـادر على التحكم فـي الأمور، فإن دماغك التلقائي سيتولى زمام القيادة، فيصبح ما تختبره وتركز عليه وتتذكره خارج نطاق سيطرتك. وأمّا إذا بنيت قوتك لتركيز انتباهك على المدخلات الحسّية الجديرة بالاهتمام، فعندئذٍ تصبح الأمور تحت سيطرتك أنت. والفرق بين الحالتين هو الفرق بين تأملك العالم الذي تعيش فيه وردة فعلك تجاهه، أيّ بمعنى آخر، أن تكون متحكّماً في التأثيرات الخارجية وليس خاضعاً لها.

ويمكنـك تقوية قدرتك على اختيار كيفية إدراك دماغـك للأشياء من حولك من خلال التركيز والتدريب على ممارسة الملاحظة الذاتية، وإدراك كيف يؤثر جهدك في قدرتك على

تحقيق الأهداف. وإذا قررت أن تتمرن على ما تعلمته وراجعته سابقاً، فإنك تساعد على نموّ أجزاء من دماغك تجعل الذكريات دائمة.

*** اللوزة العصبية: حيث يلتقي قلبك بعقلك**

يُقسم الدماغ إلى فصوص، ولكل منها وظائف خاصة وروابط بالفصوص الأخرى. وهذه الروابط تبني شبكات من الاتصال بين الخلايا للأنشطة الذهنية الأكثر تعقيداً. فعندما تعبر المعلومات الحسّية التي تراها، أو تسمعها، أو تشعر بها، أو تشمها، أو تلمسها من خلال الجهاز الشبكي المنشّط، فإنها تنتقل إلى المراكز الحسية في دماغك الخاصة بإدخال المعلومات. حيث تدخل المعلومات الجديدة أولاً إلى الدماغ في المناطق الأكثر نشاطاً، وهي مناطق القشرة الحسّية في كل فصّ متخصص من دماغك. وكل فصّ متخصص بتحليل البيانات الآتية إليه من إحدى الحواس.

ومن ثمّ يتعرّف دماغك هذه المدخلات (البيانات) الحسّية الجديدة، ويصنّفها ويطابقها مع الشبكات العصبية التي بنيتها مسبقاً بالذكريات المتعلقة بالمعلومات الجديدة. فمثلاً، عند النظر إلى ليمونة، يرتبط دماغك بالأنماط المخزّنة في القشرة البصرية في الفصوص القذالية (القفوية)، وتتعرّف شبكات الإدراك الحسّي في الفصّ الجداري مظهر الليمونة.

وحتى تصل المدخلات الحسية التي عبرت من خلال الجهاز الشبكي المنشّط إلى قشرة الدماغ الأمامية، لا بد من أن تعبر من خلال المركز العاطفي لدماغك (الجهاز الحوفي) خاصة اللوزة العصبية والحصين، حيث ترتبط المعاني العاطفية بالمعلومات. مثلاً، طعم الليمون الحامض لذيذ في عصير الفاكهة المثلج، لكنه ليس كذلك في عصير الليمون غير المُحلّى. وعندما تُستقبل البيانات الحسّية، فإن هذه المرشّحات العاطفية تُقيّم قيمة بقائها وقيمة المتعة التي تجلبها.

مساعدة المعلومات على التدفق عبر اللوزة العصبية. حاول أن تتذكّر «أحد تلك الأيام» عندما بدأ نهارك بداية سيئة. في ذلك اليوم، استيقظت متأخراً، ولم يكن لديك وقت لتناول طعام الفطور، وكان لديك كثير من الأشياء عليك أن تعملها قبل ذهابك إلى المدرسة. لكنك ذهبت

إلى المدرسة، وكنت قلقاً وتتساءل إن كان زملاؤك سيكونون معك وقت الغداء أم لا، أو إن كان أحد الطلاب في صفك سيتفوّه بكلام مؤذٍ. إن الذي لا تدركه ربما هو أنك لم تحصل على قسط كافٍ مـن النوم، ولم تتنـاول فطوراً مغذياً، وعليه، فإن جسمك ليس الوحيد الذي سيعاني، بل دماغـك أيضـاً سيكون متوتراً وأقل انتباهاً. لذا، فإنك لم تستطع أن تكسب ما تريد في يومك المدرسي. وهذا يحدث لأن التوتر يغلق المسارات عبر الجهاز الشبكي المنشط واللوزة العصبية التي توجّه المعلومات إلى التفكير التأملي والذاكرة في قشرة الدماغ الأمامية.

مثلاً، إذا كنت تشعر بالملل في درسٍ ما (لأنك تعرف مسبقاً كيف تجري عملية القسمة المطوّلة، مثلاً) أو بالإحباط (لأنك مرتبك بسبب المفردات الصعبة في القصة التي يقرؤها طـلاب الصـف)، فإن مرشّـح اللوزة يستجيب للتوتـر بامتصاص كميات مفرطـة من الغذاء والأكسجيـن الموجودين في دماغـك. فيصبح دماغك الآن في «طور البقـاء». وهذا النشاط المتزايد في اللوزة يعيق دخول المعلومات إلى دماغك المفكر؛ لذا فالمعرفة التي تقدم إليك لا تصل أبداً إلى قشرة الدماغ الأمامية.

إن عمـل مرشّح اللوزة العصبيـة يشبه آلة التحويل في سكك الحديد؛ فإذا كنت متوتراً، أو مرتبـكاً جدّاً، أو محبطاً فإن دماغك سيصبح في «طـور البقاء»، وسترسل اللوزة العصبية المعلومات إلى الدماغ التلقائي المتفاعل. وأما إذا كنت هادئاً، ويقظاً، ومركّزاً فإن مرشّحات اللوزة العصبية «ستقرر» إرسال المعلومات إلى الدماغ المفكر في قشرة الدماغ الأمامية.

إضافة إلى ذلك، إذا كان موقف التعلم ممتعاً وشعرتَ بالارتياح في أثناء الدرس، فستضيف اللـوزة العصبية تعزيـزاً كيميائيّاًعصبياً شبيهاً برقائق الذاكـرة (على نحو ما هو موجود في الحاسـوب) لتقوية كفاية وجـود المعلومات عندما تُخزّن لاحقاً في الذاكـرة. وأما في الحالة العاطفيـة الإيجابية، فسوف تتعلـم ما تسمعه وتقرؤه وتتذكّره بصـورة أفضل، وستكون قادراً على التحكم أكثر في عواطفك وتفكيرك وإبداعك.

تخزيـن الذكريات التـي تدوم. يوجد الحصين بجانب اللوزة العصبية في الجهاز الحوفي، حيـث تُربط المدخلات الحسّية الجديدة فـي مركز الترميز هذا بذكريات خبراتك السابقة، والأشيـاء التي تعرفها مسبقـاً المخزّنة في الذاكرة. ومن ثم تصبح الذكرياتُ الترابطية التي

رُمّـزت حديثاً– الناجمة عن ربط المعلومات الجديدة بالذكريـات الموجودة مسبقاً–جاهزةً الآن لمعالجتها في قشرة الدماغ الأمامية.

وهناك شبكات اتصال عصبية متطورة جداً في قشرة الدماغ الأمامية يحدث فيها التفكير الإبداعـي التأملي والذكي. وعندما لا تمنع المرشّحات انتقال المعلومات الحسّية مما تسمعه، أو تراه، أو تشعر به، أو غير ذلك من الأحاسيس، فعندئذٍ يمكن أن تصل المعلومات إلى مناطق الوظيفة الذهنية العليا في قشرة الدماغ الأمامية. وتعالج هذه الشبكات التأملية المسؤولة عن مستويـات التفكير العليـا المعلومات الجديدة من خلال ما يُسمّى بالوظائف التنفيذية بما في ذلك إصدار الأحكام، والتحليل، والتنظيم، وحل المشكلات، والتخطيط، والإبداع.

ويمكن أيضاً في شبكات الوظائف التنفيذية في قشرة الدماغ الأمامية، أن تصبح ذكريات المعلومات الجديدة الترابطية المرمّزة القصيرة المدى ذكريات طويلة المدى. وعندما تستطيع تركيز انتباهك واستخدام المراقبة الذاتية لتقويم حالتك العاطفية والتحكم فيها، فإن قشرة الدماغ الأمامية يمكنها أن تعالج المعلومات الجديدة بكفاءة، وتنجح الوظائف التنفيذية نجاحاً باهراً في تنظيم المعلومات الجديدة وتحويلها إلى معرفة طويلة المدى.□ **الممارسة تؤدي إلى الديمومة.** عندمـا تراجـع شيئـاً تعلّمته أو تتذكّـره أو تمرّنت عليه في كل مـرة، فإن المعالجة الذهنيـة تزيد من نشاط الروابط بين الخلايـا العصبية في الشبكة التي تحمل ذكريات هذه المعلومـة. إن الإثارة المتكررة تقـوّي الشبكة –الممارسة تؤدي إلـى الديمومة– تماماً مثلما تقوى عضلاتك عندما تمرّنها. وعندما تنشط ذاكرتك فإن ذلك يؤدي إلى نمو حقيقي لبراعم جديـدة من خلية عصبيـة إلى أخرى في دماغك تسمّى التفرعات الشجرية كالأغصان. وكلما زاد عدد الروابط المتشكّلة زادت إثارتها، وطالت مدة بقائها في دماغك، وسيصبح من السهل تذكّرها عندما تحتاج إليها.

وعند مزاولة التمارين بصورة كافية، تمتد تفرعات أخرى في شبكة الذاكرة، وتُسمّى هذه التفرعات المحاور العصبية التي تحمل المعلومات بعيداً عن الخلايا العصبية، وتتغلّف بطبقة سميكـة تُسمّى الميالين الذي يشبه المادة العازلة على السلك الـذي يوصل الكهرباء بصورة أفضـل مـن السلك الذي لا توجد عليه مـادة عازلة. وعندما يكون هنـاك كثير من التفرعات

الشجريـة – وتكون المحـاور العصبية بطبقة «ميالين» كثيفة وجيـدة – تدوم الذكريات مدة أطول؛ لأن هذه الدائرة الكهربائية أقوى. تخيل كم سيكون رائعاً لو كانت ذاكرتك عن جداول الضرب مستدامة وتلقائية كتلقائية ذاكرتك بكيفية قيادة الدراجة!

عند مراجعة التعلم الجديد بطرق نشطة، باستخدام المعرفة أو الإجراء لعمل شيء ما، أو إحداثـه، أو حـل المسائـل، أو تطبيقها على مواد أخرى، فإن هـذه المعالجة الذهنية تقوّي المسارات العصبية فتزداد قدرة دماغك على الربط. وتُسمّى هذه العملية المرونة العصبية، وتعني أن التمرين الذي يثير شبكات الدماغ المفيدة يؤدي فعلياً إلى زيادة قوتها وفعاليتها.

إن الإشبـاع الذهني في عمليات الوظائف التنفيذية (مهـارات التفكير العليا) جميعها، كتأجيل الإشباع، والعمل لتحقيق الأهداف، وتقييم الإستراتيجيات التي استخدمتها عندما كنت في قمة نجاحك، تسهم في بناء دماغك فعليّاً ليصبح أداة ناجحة وفعالة تتحكم فيها. وتصبح كأنـك رسّـام الدارات العصبية هذه في قشرة دماغك الأماميـة التي تركز انتباهك وتحتفظ بالمعلومـات في الذاكرة طويلة المدى، وتسترجع المعرفـة المخزّنة التي تحتاج إليها في حل المشـكلات الجديدة في حياتك الأكاديمية والعاطفية. هنـاك تشابك قوي في شبكات قشرة الدماغ الأمامية للتحكم العاطفي والتفكير الذكي. فعندما تُمرّن (تثير) هذه الشبكات، ستجد أنك عندما تتوقف لتقيّم مشاعرك العاطفية بالكيفية التي تستخدمها في حل المسائل الرياضية أو مهارات كرة القدم، فإن الدوائر العصبية الأقوى في قشرة الدماغ الأمامية ستمكّنك، بصورة أفضل، من التحكم في الإحباط أو الارتباك أو الملل بدلاً من أن تتحكم هذه المشاعر فيك.

الدوبامين والمتعة

الدوبامين أحدُ أهم **الناقلات العصبية** (الموصلات العصبية) في الدماغ. وهناك ناقلات عصبية أخرى في الدماغ مثل: السيروتونين، والتريبتوفان، والأسيتيل كولين، والنورإبينفرين (serotonin, tryptophan, acetylcholine, & norepinephrine) . تذكّـر أن دماغـك يحمـل أجـزاء صغيرة جداً من المعلومات في الخلايا العصبية في قشرة المخ. وهذه الخلايا تتصل بخلايا عصبية أخرى لنقل رسائل عبـر التفرعات (المحاور العصبية والتفرعات الشجرية) التي تلامس تقريباً تفرعات الخلية العصبية المجاورة لها. وتحمل المحاور العصبية المعلومات

بعيداً عن الخلية العصبية، في حين تجلب التفرعات الشجرية الرسالة إلى الخلية العصبية المجاورة. وتحدث اتصالات كثيرة لربط الجزء الصغير من المعلومات لكل خلية عصبية بالخلايا العصبية الأخرى حتى تتجمع الأجزاء كلها وتشكّل ذاكرة متكاملة.

وهناك فجوات بين المحاور العصبية والتفرعات الشجرية تُسمّى التشابكات العصبية. حيث تنتقل رسائل الدماغ من خلية إلى أخرى كتيارات كهربائية صغيرة. وتحتاج هذه الرسائل، إلى أسلاك لنقلها كما في الكهرباء. ونظراً إلى عدم وجود أسلاك في فجوات التشابكات العصبية، فإن هذه الرسائل الكهربائية تنقل عبر ناقلات عصبية كيميائية (كالدوبامين، والسيروتونين، والأسيتيل كولين). وهذه الناقلات العصبية هي بروتين الدماغ التي تحمل المعلومات عبر التشابكات العصبية.

وعندما يُفرز مزيد من الدوبامين، وينتقل إلى أجزاء أخرى من دماغك، ينشّط خلايا عصبية إضافية ويزيد من المشاعر الطيبة. أما إذا كنت غير منتبه أو غضباناً أو متوتراً، فتنتشر في دماغك ناقلات عصبية وكيميائية مختلفة، كالكورتيزول (cortisol)، وتسيطر عليك المشاعر السلبية.

وهناك أنشطة يمكنك القيام بها لتزيد من مستويات الدوبامين في دماغك. فالنشاط البدني الذي تستمتع به، والتحدث إلى زملائك، والضحك، والشعور بالمكافأة الداخلية عند القيام بأعمال بصورة صحيحة، وتحقيق هدف شخصي، والإصغاء إلى شخص يتحدث إليك، والتصرف بلطف. وجميع هذه الأنشطة رُبطت بزيادة الدوبامين والمتعة.

إن لدى دماغك شبكة مسؤولة عن المكافأة، وهي نواة أكمبنس(nucleus accumbens) داخل دماغك، التي تفرز الدوبامين أولاً في قشرة الدماغ الأمامية، حيث تتوافق المستويات العالية من الدوبامين في قشرة الدماغ الأمامية مع المشاعر المتزايدة للرضا أو المتعة. وعندما يحدث ذلك بعد أن يعرف دماغك أن توقّعه صحيح، تزيد نقاط قوتك الشخصية ومواهبك وإبداعك ودافعيتك للمثابرة، على الرغم من أنك قد ترتكب الأخطاء أو تجد صعوبة في البحث عن الإجابة.

إن تعزيز الدوبامين الآتي من شبكة المكافأة هذه لا يزيد من إحساسك بالمتعة فحسب، بل يزيد أيضاً من الناقلات العصبية كالأسيتيل كولين الذي يزيد من انتباهك، وتركيزك، وذاكرتك، والوظائف التنفيذية لقشرة دماغك. ويمكنك عندئذ أن تستخدم قدرتك على إصدار الأحكام واتخاذ القرار؛ لأنك المسؤول وليست الأجزاء التلقائية غير المفكرة والمحدودة في حالة القتال/ الهروب/ التجمّد.

أنت تعرف الآن أنه عند إطلاق الدوبامين في أثناء الأنشطة التعلمية الممتعة، فإنه يزيد فعليّاً من قدرتك على التحكم في الانتباه وتحويل التعلم إلى ذكريات طويلة المدى. ما الذي ستفعله لتجعل دماغك يطلق مزيداً من الدوبامين لزيادة هذا الشعور بمكافأة المتعة؟ وما الذي ستفعله لزيادة قدرتك على الانتباه وتذكّر الأشياء التي تريد تذكّرها؟

فكّر في التجارب أو الأنشطة التي تمنحك هذا الإحساس بالإنجاز والمتعة المرتبطين بإفراز الدوبامين. وفكّر في نقاط قوتك الشخصية، كالقدرة الفنية، أو القيادة، أو المهارة الرياضية، أو القدرة الموسيقية، أو تقدير الطبيعة، أو التفاؤل، أو اللطف، أو القدرة على التحمل، أو الإبداع، أو حل المشكلات، أو القدرة على رؤية «الصورة الكبيرة»، وملاحظة التفاصيل، ومساعدة الأصدقاء، أو الزملاء على حل مشكلة ما. استخدم نقاط القوة هذه في تنفيذ مهام تريد أن تعملها بصورة صحيحة. وابذل جهداً، وتأنّ في تقدير تقدمك في المدرسة أو في غير ذلك من الأمور ذهنيّاً، كالرياضة، أو الفن، أو الموسيقى، أو الأمور الأكاديمية. سيتوافر الدوبامين الذي يطلق في أثناء هذه الأنشطة والتأملات؛ كي يزيد من انتباهك وتركيزك وإبداعك وقدرتك على حل المشكلات. إنها حالة يربح فيها الجميع؛ استمتع وكن ذكيّاً!

اغتنم وقتك حتى تدرك كيف تشعر عندما تختبر متعة القناعة الذاتية التي تشعر بها عندما يطلق دماغك الدوبامين والأسيتيل كولين. في هذه الأوقات، تعمل هذه الناقلات العصبية معاً في الحصين، وهو مركز ترميز الذكريات بجانب اللوزة العصبية، لبدء عملية تحويل المعلومات الجديدة إلى رسائل مرمّزة يمكنها أن تنتقل إلى قشرة دماغك الأمامية، وتستقر في الذكريات طويلة المدى. ويمكنك أن تفعّل هذه العملية في التعلم. مثلاً، إذا كان نشاط التمرن على المفردات الذي تقوم به يتضمن نشاطاً بدنيّاً ممتعاً، كالتمثيل، أو رسم معاني الكلمات، فعندئذٍ سيتعلم دماغك الربط بين التمرّن على المفردات والمتعة، فتزداد كفاءة الدراسة وسهولتها وسرعتها، وتزداد أيضاً ديمومة ذكرياتك.

الخاتمة

يمكنك من خلال بذل الجهد لتحقيق الأهداف المهمة على الصعيد الشخصي مستعيناً بنقـاط قوتك والإستراتيجيات والأدوات الناجحة التي لديك، أن تكون مهندس دماغك الأكثر ذكاءً وإبداعاً وقوة. وأضف إلى ذلك إدراكك العاطفي–تأمل مشاعرك الخاصة ومشاعر من حولـك–، وسيؤدي ذلك إلى تقوية معلومات التعلم المهمة من خلال الجهاز الشبكي المنشّط واللـوزة العصبية والدوبامين. ومن ثـمّ يمكن أن تصل المعلومات إلى قشرة الدماغ الأمامية، ويمكنك أيضاً استخدام مهارات التفكير العليا (دماغك التأملي) في بناء الذكريات طويلة المدى التي تستطيع استرجاعها عندما تحتاج إلى المعلومات في امتحان ما أو في أي عمل تقوم به.

إنـك تعرف حاليّاً أنك تحمل المفتاح الذي يمكّنـك من التأثير في أي معلومات ستدخل مـن خلال مرشّحات دماغك، وكيفية معالجة التعلـم الجديد معالجة ذهنية لجعل الذكريات دائمـة. فإذا فكرت قبـل أن تتصرف، واتبعت الإستراتيجيات التي تجـد أنها قيّمة، ومارست الوظائف التنفيذية لقشرة الدماغ الأمامية ومسارات التحكم العاطفي، فعندئذٍ يمكنك تغيير دماغـك ليصبـح أكثر نجاحاً في إنجـاز العمل الذي تطمح إليه، واختبـار مزيد من المتع في المهام الأكاديمية والاجتماعية.

ويمكنك أن تتأمل بدلاً من أن تتفاعل عندما تؤدي امتحاناً صعباً في المدرسة، أو عندما تواجـه مشكلات اجتماعية مـع أصدقائك. وكلما تمرّنت أكثر، أصبح دماغك أداة أكثر كفاءة تتحكم فيها لتحقق أقصى قدراتك في التعلم والإبداع. ويمكنك تحقيق أحلامك والإفادة من المعلومات التي تكتسبها من معلميك، ووالديك، وأصدقائك، ومن الكتب، والعالم من حولك، لتصبح الإنسان الحكيم اللطيف الذي تطمح إليه، وتساعد على الارتقاء بالعالم ليكون أفضل للبشرية جمعاء.

قائمة المصطلحات

الأسيتيل كولين acetylcholine: ناقل عصبي مسؤول عن إثارة مراكز عدّة في الدماغ، بما في ذلك الحصين وجذع الدماغ، والدماغ الأمامي (حيث يحدث التعلم الجديد).

المرشّح العاطفي affective filter: حالة عاطفية من التوتر لدى الطلاب، لا يستجيبون فيها لمعالجة المعلومات الجديدة وتعلمها وتخزينها. ويُعبّر عن هذا المرشح العاطفي من خلال دليل مادي موضوعي هو التصوير العصبي للوزة العصبية، التي تصبح مفرطة في النشاط الأيضي في أثناء فترات التوتر العالي. وفي هذه الحالة من الإثارة المفرطة، لا تمر المعلومات الجديدة عبر اللوزة العصبية لتصل إلى مراكز معالجة المعلومات في قشرة الدماغ الأمامية.

اللوزة العصبية amygdala: جزء من الجهاز الحوفي في الفصّ الصدغي للدماغ. وكان يُعتقد في البداية أنها تؤدي دور مركز الدماغ الذي يستجيب فقط للخوف والتوتر. فعندما تتحسس اللوزة العصبية خطراً أو توتراً عالياً تصبح مفرطة النشاط. وأظهرت صور الرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) نشاطاً أيضياً مرتفعاً تمثّل في زيادة كبيرة لاستخدام الجلوكوز المشع والأكسجين في منطقة اللوزة العصبية. وتظهر نتائج تصوير الأعصاب هذه لدى الطلاب عندما يشعرون باليأس أو بالتوتر بسبب الملل أو القلق. عندما تكون اللوزة العصبية في حالة توتر أو خوف، أو في حالة نشاط مفرط بسب القلق، أو الشعور بالإحباط لعدم فهم الدرس، فإن احتمال وصول المعلومات الآتية من خلال مناطق إدخال المحسوسات في الدماغ تكون محدودة لتصل إلى قشرة الدماغ الأمامية مروراً باللوزة العصبية. وتُوجَّه المدخلات، بدلاً من ذلك، إلى الدماغ السفلي التفاعلي، وينتج من ذلك سلوك مثل القتال/ الهروب/ التجمّد.

المحور العصبي axon: امتداد ليفي دقيق من الخلية العصبية، يحمل النبضات بعيداً عن جسم الخلية إلى الخلايا الأخرى المستهدفة (مثل الخلايا العصبية، وخلايا العضلات، وخلايا الغدد).

رسم خريطة الدماغ brain mapping: تقنية في علم الأعصاب تقيس النشاط الكهربائي الذي يمثّـل نشاط الدماغ في الممرات العصبية باستخـدام استجابة تخطيط كهربائية الدماغ (EGG) مـع مـرور الوقت. وتسمح هذ التقنية للعلماء بتعقب أي أجزاء من الدماغ تكون نشطة عندما يعالج الشخص المعلومات في المراحل المختلفة من إدخال المعلومات، وتنميطها، وتخزينها، واسترجاعها. وترتبط مستويات النشاط في مناطق معينة من الدماغ بمدى كثافة معالجة المعلومات.

الجهـاز العصبي المركزي central nervous system: جـزء من الجهاز العصبي، يتألف من الحبل الشوكي والدماغ.

المخيخ cerebellum: هيكل كبير في قمة جذع الدمـاغ، ويشبه في شكله زهرة القرنبيط. وهو مهم جداً في مسألة التنسيق، وله روابط كثيرة بالفص الأمامي (مقارنة بالفصوص الأخرى).

قشرة المخ cerebral cortex: الطبقة الخارجية للمخ، تشتمل على أعلى نسبة من الخلايا العصبية، ولونها أكثر قتامة من روابط الألياف العصبية. لذا، تسمى أيضاً «المادة الرمادية». وتعدُّ قشرة المخ الأمامية عنصراً رئيساً في الوظائف التنفيذية كالتخطيط، وحل المشكلات، ووضع الأولويات، وإصدار الأحكام، وتحليل الأخطار، والتفكير النظري والمجرد.

التحزيم chunking: إستراتيجية تعلّم، تُمكّن الطلاب من تذكّر مزيد من المحتوى بنجاح كبير. ونظراً إلى الاعتقاد السائد أن سعة الذاكرة العاملة للتذكر الفوري محدودة، تتراوح من خمسـة إلى تسعة عناصر لا يرتبط بعضها ببعض، فـإن تصنيف المعلومات وفرزها إلى عدد مـن الحزم أو المجموعات–بدلاً مـن حفظ كثير منها بصورة غير مترابطة–يساعد الطلاب على استيعاب المادة بصورة أكثر كفاية.

المعرفة أو الإدراك cognition: عملية ذهنية تمكّننا من إدراك ما حولنا، واستخدام هذه المعلومات في حل المشكلات، وفهم معنى الأشياء في العالم.

التصـوير المقطعـي المحوسـب: Computerized tomography (CT scan, CAT scan) تصوير للأعصاب، يستخدم حزمة ضيقة من الأشعة السينية لإيجاد صور للدماغ تظهر على صورة سلسلة من شرائح الدماغ. ولإنتاج الصورة، يخمّن برنامج حاسوبي كمية الإشعاع التي تُمتص في مناطق صغيرة داخل المقاطع العرضية من الدماغ.

فك ترميز المدخلات الحسية decoding sensory input: كيفية استقبال الدماغ المعلومات الآتية إليه وفهمه لها. حيث يجب أن تدخل أي معلومات جديدة أو تعلم جديد إلى الدماغ من خلال حاسة أو أكثر (السمع، البصر/التصور، اللمس، التذوق، الشم، الشعور العاطفي). ويبدأ أولاً تلقي المعلومات عن طريق مستقبلات معينة للحواس، ثم تنتقل هذه المعلومات من المستقبلات إلى النظام الشبكي المنشّط الموجود فوق الحبل الشوكي، فإمّا أن تُقبل وإمّا أن تُعدّل، ومن ثم يُصار إلى تجاهلها.

التفرعات الشجرية dendrites: امتدادات بروتوبلازمية تشعّبية تنقل المعلومات على صورة إشارات كهربائية إلى المحاور العصبية، أو أجسام الخلايا العصبية. ويمكن أن تحمل الخلية العصبية الواحدة آلاف التفرعات الشجرية. وتزداد التفرعات الشجرية في الحجم والعدد استجابة للتجربة، وتخزين المعلومات والمهارت التي مورست وتُعلّمت. وتحفز أيضاً بروتينات تُسمّى بالنيوروتروفين نمو التفرعات الشجرية.

«دند-رايت» dend-write: اسم نشاط، يلخص فيه الطلاب المعلومات الجديدة ويسجلونها بعباراتهم الخاصة. وتشير هذه العبارة إلى حقيقة أن التعلم الجديد-عندما يتأسس فعليّاً في الدماغ-يصاحبه نمو مزيد من الروابط بين الخلايا العصبية التي تُسمى التفرعات الشجرية.

الدوبامين dopamine: ناقل عصبي يرتبط بمشاعر الرضا، والمتعة، والتعلم المحفّز من قبل المكافأة الذاتية.وقد أظهر تصوير الأعصاب أن إطلاق الدوبامين يزداد استجابة للفكاهة، والحركة، والاختيار، والتفاعل الإيجابي، والموسيقى، والاستماع إلى قصص تقرأ بصوت عالٍ.

أنشطة الدماغ الكهربائي (electroencephalography) (GEE): قياس فيسيولوجي عصبي للنشاط الكهربائي الذي يحدث بسبب الإرسالات بين الخلايا العصبية.

الوظيفة التنفيذية executive function: معالجة معرفية للمعلومات موجهة بصورة كبيرة من قشرة الدماغ الأمامية، حيث تنضج هذه المعالجة الذهنية أخيراً، وتتضمن التنظيم، والتحليل، والفرز، والربط، والتخطيط، ووضع الأولويات، والتسلسل، والرقابة الذاتية، والتصحيح الذاتي، والتجريد، وحل المشكلات، وجلب الانتباه، وربط المعلومات بالتصرفات المناسبة.

التصوير الوظيفي للدماغ (تصوير الأعصاب) functional brain imaging (neuroimaging): استخـدام تقنيات لإظهـار بنية الدماغ، أو وظيفته، أو حالته الأيضية بصورة مباشرة أو غير مباشرة. ويُظهر التصوير الهيكلي البنية الكلية للدماغ، في حين يعطي التصوير الوظيفي تصوراً لمعالجة المعلومات التي تدخل إلى الدماغ. وتُرى هذه المعالجة بصورة مباشرة عندما «تضيء» أجزاء من الدماغ خلال زيادة النشاط الأيضي، أو تدفق الدم، أو استخدام الأكسجين، أو امتصاص الجلوكوز.

التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (IRMf) functional magnetic resonance imaging: نوع من التصوير الوظيفي للدماغ، يستخدم الخصائص المغناطيسية للهيموجلوبين الذي يحمـل الأكسجيـن في الدم؛ لإظهار أي أجزاء الدماغ نشطة وإلى أي درجة، في أثناء ممارسة الأنشطة الأدائية والمعرفية المختلفة. ومعظم أبحاث fMRI تعرّض الخاضعين للاختبار للتصوير عندما يواجهون مثيرات مرئية، أو سمعية، أو حسية، أو عاطفية، ويستجيبون للمدخلات بصورة فاعلة أو غير فاعلة.

الخلايا العصبية اللزجة glia: خلايا متخصصة تكمّل نشاط الخلايا العصبية في الدماغ وتدعمها وتغذّيها. والخلايا النجمية هي أكثرها وجوداً، ويظهر أنها تؤدي دوراً رئيساً في تنظيم كميـة الناقـلات العصبية في التشابـكات العصبية من خلال امتصاص الناقلات العصبية الزائـدة. والخلايا اللزجة قليلة التفرعـات هي خلايا متخصصة لتشكيل غمد الميالين حول كثير من امتدادات المحاور العصبية.

المـادة الرمادية gray matter: اللون الرمادي– البني لأجزاء من الدماغ والحبل الشوكي التي لها أعلى نسبة من أجسام الخلايا العصبية، في حين تتألف المادة البيضاء بصورة رئيسة من نسيج داعم وروابط بين الخلايا العصبية.

الحُصين hippocampus: حافة في قعـر كل بطين جانبي من الدماغ، يتألف من المادة الرمادية، وله دور رئيس في التعلم والذاكرة والضبط العاطفي. ويستقبل الحصين المدخلات الحسية، ويدمجها في الأنماط الترابطية أو العلائقية. وعليه، فإنه يربط الجوانب المنفصلة من التجربة بعضها بعض على صورة أنماط قابلة للتخزين للذكريات الترابطية.

ما تحت المهاد hypothalamus: جزء من الدماغ يقع أسفل المهاد، وينظم درجة حرارة الجسم، وعمليات أيضية معينة، وغيرها من الأنشطة الذاتية التي تحافظ على الجسم في حالة توازن (في حالة فيسيولوجية مستقرة). ويتألف ما تحت المهاد من مجموعة من الأنوية المهمة التي تسهّل كثيراً من الوظائف المهمة. وتشترك أنوية ما تحت المهاد في تنظيم كثير من الأعضاء الداخليـة للجسم من خلال الاتصال الهرموني. ويُعدّ مـا تحت المهاد جزءاً رئيساً من محور تحت المهاد، أيّ–الغدة النخامية–الغدة الكظرية (HPA) المهمة جدّاً في الاستجابة للتوتر.

الجهاز الحوفي limbic system: مجموعة من هياكل الدماغ العميقة المترابطة المسؤولة عن الشمّ، والعاطفة، والدافعية، والسلوك، وكثير من الوظائف الذاتية. ويتضمن الجهاز الحوفي المهاد، واللوزة العصبية، والحصين، وأجزاءً من الفصوص الصدغية والأمامية.

الفصّ الصـدغي الوسـطي (MTL) medial temporal lobe: منطقة في الجانب الداخلي لكل فصّ صدغي، ترتبط بقشرة الدماغ الأمامية بصورة دائرية. من بين كثير من الوظائف، ينشط الفص الصدغي الوسطي في ربط العناصر المنفصلة للتجربة ضمن ذاكرة متكاملة. وتتضمن هذه المنطقة من الدماغ كثيراً من المناطق المهمة لتشكيل الذكريات الجديدة، ويُعد الحصين واحداً منها.

الإثـارة الأيضـية المفرطـة metabolic hyperstimulation: زيـادة فـي عمليـة الأيض (الاستخـدام البيولوجـي) للأكسجين أو الجلوكـوز لتغذية الخلايا العصبيـة، وعندما يكون الجهاز الحوفي، خاصة اللوزة العصبية، مثاراً بصورة مفرطة بسبب التوتر المرتفع، ومغموراً فـي النشاط الأيضي العصبي لدرجـة أن المعلومات الجديدة لا تنتقل من خلاله إلى الأجزاء المسؤولة عن التفكير العالي المستوى (كقشرة الدماغ الأمامية).

فـوق المعرفة metacognition: معرفة المــرء بمعالجة المعلومات لديه والإستراتيجيات التـي تؤثر فـي تعلمه. فبعد الانتهـاء من الدرس أو التقويم، فإن تشجيع الطـلاب على تأمل إستراتيجيـات التعلم الناجحة التي استخدموها يمكـن أن يساعد على تعزيز الإستراتيجيات الفعالة وتحسين التعلم مستقبلاً.

الميالين myelin: طبقــات عازلة من الدهون والبروتين تغطــي المحاور العصبية لكثير مــن الخلايا. ويزيد الميالين من سرعة الارتباطات بين مناطق الدماغ مما ينجم عنه وصول المعلومات واسترجاعها على نحو أكثر كفاية.

الدوائر العصبية neuronal circuits: روابط كيميائية كهربائية ترسل من خلالها الخلايا العصبيــة رسائــل مرمّزة إلــى بعضها بعضاً. وعندمــا تتكرر أنماط معينة مــن الإثارة ضمن المجموعة الواحدة مــن الخلايا العصبية، تتطور الدائرة التي تربطها على نحو أكثر، وتصل الاستجابة والإثارة الفعالة لها بصورة أكبر. وعندما تمارس ذلك (إثارة متكررة لروابط مجموعة من الخلايا العصبية في الدوائر العصبية) يحدث تخزين واسترجاع أكثر نجاحاً في الذاكرة.

الخلايــا العصبية neurons: خلايا متخصصة في الدمــاغ وفي الجهاز العصبي، تخزن أجــزاء صغيرة مــن الذاكرة بصورة فردية. وعندمــا ترتبط معاً بوساطــة المحاور العصبية والتفرعات الشجرية، يتصل بعضها ببعض وتسترجع الذكريات.

الناقلات العصبية neurotransmitters: بروتينــات فــي الدماغ، تنقــل المعلومات عبر التشابــكات العصبية، وتدور أيضاً في أنحاء الدماغ. وتُفرَز هذه الناقلات العصبية الموجودة بين التشابكات العصبية بوساطة النبضات الكهربائية على أحد جوانب التشابكات العصبية، ومــن ثم تتدفق عبر الفجوة بين التشابكات العصبية حاملة المعلومات لتثير النهاية العصبية المجاورة لها في المسار. وعندما يُلتقط الناقل العصبي بوساطة النهاية العصبية المجاورة، ينشط النبض الكهربائي لينتقل إلى العصب اللاحق. وتتضمن الناقلات العصبية في الدماغ السيروتونين، والأسيتيل كولين، والدوبامين وغيرها. وعندما تستنفد الناقلات العصبية كثيراً من المعلومات المنتقلة عبر الدائرة العصبية دون توقف، تتباطأ سرعة النقل على طول العصب إلى مستوى منخفض الفعالية.

النيوروتروفيــن (عامــل نمو العصــب) neurotrophins (nerve growth factor): بروتينات تثير نمو الخلايا العصبية، ويُطلق النيوروتروفين بكميات كبيرة في أثناء النوم، مما يؤدي إلى زيادة في تشكل تفرعات شجرية جديدة متشعبة بين الخلايا العصبية.

نواة أكمبنس nucleus accumbens: منطقة في الدماغ تقع فوق جذع الدماغ، مسؤولة عن الوظائف المتعلقة بالدافعية والمكافأة الذاتية، خاصة من خلال إطلاق الدوبامين في قشرة الدماغ الأمامية عندما يدرك الشخص توقّعاً أو قراراً صحيحاً.

الفص القذالي (مناطق الذاكرة البصرية) occipital lobes (visual memory areas): الفصوص الخلفية في الدماغ التي تؤدي وظائف عدة، منها معالجة المدخلات البصرية.

الفصوص الجدارية parietal lobes: فصوص على كل جانب من الدماغ تعالج المدخلات الحسية، والأماكن، وأنشطة القراءة، وغيرها من الوظائف.

التنميط: عملية يستقبل بها الدماغ البيانات الحسّية، ويولّد أنماطاً من خلال ربط المعلومات الجديدة بالمادة التي تُعلِّمت سابقاً، أو من خلال تحزيم المادة إلى أنظمة نمطية مستخدمة من قبل؛ حيث يرتبط التعلم بزيادة الأنماط التي يمكن أن يستخدمها الطلاب ويدركوها ويتواصلوا بها. وكلما توسعت قدرة الطلاب على إدراك الأنماط والعمل بها، وعرض مادة جديدة بطريقة تجعلهم قادرين على إدراك العلاقات، أمكنهم توليد كثير من أنشطة الخلايا في الدماغ (أي تكوين روابط عصبية جديدة)، والوصول إلى أنماط أكثر نجاحاً لتخزينها في الذاكرة طويلة المدى واسترجاعها.

المرونة (المرونة العصبية) plasticity (neuroplasticity): قدرة الدماغ على التغير من الناحية البنيوية (الهيكلية) والوظيفية نتيجة للتعلم والخبرة. وتسبب هذه المرونة نموّاً عصبيّاً متزايداً مرتبطاً بالنشاط المتكرر للشبكة العصبية. إن تشكّل التفرعات الشجرية وتلفها، وكذلك تلف الخلايا العصبية يسمح للدماغ بإعادة تكوين شبكات الروابط بين التفرعات الشجرية والخلايا العصبية وتنظيمها، استجابة لاستخدامها المتزايد أو المتناقص.

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني positron emission tomography (TEP): تقنية في تصوير الأعصاب، تنتج صورة ثلاثية الأبعاد للعمليات الوظيفية في الجسم، بناءً على كشف للإشعاع المنبعث من البوزيترونات (جسيمات أولية تنبعث من مادة مشعة تعطى للخاضع للاختبار مع الجلوكوز). وعندما يشترك الخاضع للاختبار في أنشطة معرفية متنوعة، يسجل التصوير معدل استخدام مناطق معينة في الدماغ للجلوكوز. وتستخدم هذه التسجيلات في

إنتاج خرائط للمناطـق ذات النشاط الدماغي المرتفع في وظائف معرفية خاصة. ومن أكبر عيـوب هذا النوع من التصوير هو أنه محدود لمراقبة مهـام قصيرة؛ لأن النشاط الإشعاعي ينخفض تدريجيّاً. أما تقنية الرنين المغناطيسي الوظيفي الحديثة فليس لها سلبية محدودية الوقت. لذا، فقد أصبحت هي وسيلة التصوير الوظيفي المفضلة في أبحاث التعلم.

قشرة الدماغ الأمامية prefrontal cortex: الجزء الأمامي من الفصوص الأمامية. وهذه القشرة نشيطة في أداء الوظائف التنفيذية والذاكرة طويلة المدى والتحكم في العاطفة. وهي مرتبطة بمعالجة المعلومات بصورة أكثر إدراكاً وتأملاً.

التشـذيب pruning: عملية تدمير الخلايــا العصبية غير المستخدمة. ينتج دماغ الطفل خلايا عصبية وروابط بين الخلايا (المشابك) بصورة مفرطة، ومن ثم يبدأ بتشذيبها عندما يصبح في الثالثة من عمره تقريباً. ويحدث التكوين الثاني للتشابكات العصبية قبل فترة البلوغ، وتتبعهـا مرحلة أخرى من التشذيب. يسمح التشذيـب للدماغ بتقوية التعلم من خلال تشذيب الخلايا العصبية والتشابـكات العصبية غير المستخدمة، ولف مادة بيضاء (الميالين) حول أكثر الشبكات العصبية استخداماً لتثبيتها وتقويتها.

أنشطة الدماغ الكهربائية الكمية quantitative electroencephalography (GEEq): تقنية تزوّدنا ببيانات عن مخطط الدماغ بناءً على مواقع أنماط الموجات الدماغية الآتية من أجزاء الدماغ النشيطة في معالجة المعلومات. ويستخدم التخطيط الكهربائي الكمي للدماغ والتقنية الرقمية في تسجيل الأنماط الكهربائية على سطح فروة الرأس التي تمثّل نشاطاً كهربائيّاً لقشرة الدماغ أو موجاته. وتضيف اختبارات التخطيط الكهربائي الكمي للدماغ «الوظيفية» تسجيلات لتقويم استجابة الدماغ للقراءة، أو الاستماع، أو الحساب، أو غيرها لإعطاء ملخصات مرئية للخرائط الطبوغرافية.

نظريـات تعزيـز التعلـم reinforcement learning theories: نظريات قائمة على فرضية أن الدماغ يجد أن بعض حالات الإثارة مرغوبة أكثر من غيرها، ويقيم الروابط بين تلميحات معينة وهذه الحالات أو الأهداف المرغوبة.

الذاكرة الترابطية relational memory: نوع من الذاكرة، تعمل حين يتعلم الطلاب شيئاً، ويضيفونـه إلـى تعلمهم السابق الذي أتقنـوه؛ فإنهم عندئذ يشاركون فـي تشكيل «الخرائط» الموجودة مسبقاً في أدمغتهم أو يتوسعون فيها.

الجهـاز الشبكي المنشـط reticular activating system (RAS): جـزء سفلـي من الدماغ الخلفي يرشح المثيرات الآتية كافة، ويقرر أي المعلومات الحسية من البيئة يسمح لها بالعبور إلى الدماغ العلوي. ويحذر هذا النظام الدماغ من أن المستقبلات الحسية في الجسم أرسلت المدخـلات الحسية إلى الحبل الشوكي. وتتضمن العناصـر الرئيسة التي تنبه تركيز النظام التجديد والتغيير، ولاسيّما فيما يتعلق بالأخطار أو المكافآت المحتملة.

الذاكـرة الصـمّيّة (الحفظ عن ظهـر قلـب) rote memory: نوع من الحفظ مطلوب بصـورة شائعة من الطلاب في المدارس. وهذا النوع من التعلم يتضمن حفظ، وعادة نسيان، الحقائق التـي غالباً ما تكون ذات أهمية أو قيمة عاطفيـة قليلة لهم، كقائمة من الكلمات يتعين عليهم حفظها. والحقائق التي تُحفظ من خلال التدريب عليها مراراً وتكراراً، ليس لها أنماط أو روابط واضحة أو جذابة، وهذه الحقائق تعالج بوساطة الذاكرة الصمّيّة. وإذا لم تقدم هذه الحقائق فـي سياق، أو من خلال إيجاد علاقة بين بعضهـا بعضاً- أو علاقة بحياة الطلاب-فإن هذه الحقائق سوف تخزن في المناطق غير النشطة في الدماغ البعيدة عن أماكن التفكير النشط. وأنظمة التخزين هذه هي أجزاء دقيقة منعزلة في الدماغ يصعب تحديد مكانها واسترجاعها لاحقاً؛ نظراً لقلة المسارات العصبية المؤدية إليها.

السيروتونين serotonin: ناقل عصبي يُستخدم في حمل الرسائل بين الخلايا العصبية. وقـد تسبّب كميـات قليلة جداً منـه الاكتئاب. إن تشعّـب التفرعات الشجريـة يُحفّز بوساطة السيروتونيـن (وكذلك الأسيتيل كولين) الذي يفـرزه الدماغ في الغالب بين الساعة السادسة والثامنة من بداية النوم (ليس نوم حركات العين السريعة).

القشور الحسية الجسدية somatosensory cortexes: المناطق- توجد كل واحدة منها في الفصّ الجداري في الدماغ- التي تعالج فيها المدخلات الآتية من كل مستقبِل حسّي (السمع واللمس والتذوق والبصر) بصورة نهائية.

المستوى الأدنى للانتباه survival level of attention: أقل مستوى من الانتباه تتطلّبه معالجة المعلومات واسترجاعها. وقد يصل الطلاب إلى هذا المستوى عندما يتعرضون إلى كثير من التوترات. فمثلاً، عندما يشعر الطلاب بالارتباك والحيرة بسبب مرورهم بتجربة صفية كانوا غير قادرين فيها على الربط، أو التركيز، أو بناء أنماط، أو إعطاء المعنى من المعطيات الحسية.

التشابكات العصبية synapses: الفجوات المتخصصة بين المحاور العصبية والتفرعات الشجرية، والخلايا العصبية المشتركة في نقل المعلومات. تحمل الناقلات العصبية المعلومات عبر الفراغ الذي يفصل بين امتدادت المحور العصبي لخلية ما، والتفرعات الشجرية التي تؤدي إلى الخلية العصبية اللاحقة في المسار العصبي. وتُحمل المعلومات وهي في حالة كهربائية عندما تُنقل في العصب، قبل عبور الرسالة الكيميائية للتشابكات العصبية وبعد عبورها.

الفصوص الصدغية temporal lobes: فصوص على جوانب الدماغ، تعالج جوانب من المدخلات السمعية والكلامية، واللغة المحكية، واستقرار المزاج من خلال الألياف الممتدة التي تؤدي إلى الجهاز الحوفي.

المهاد thalamus: جزء من الدماغ، مسؤول عن معالجة المدخلات الحسية وتحديد فيما هل تبقى في الوعي المؤقت للذاكرة أو تُعطى انتباهاً أكثر ديمومة. فإذا عولجت المدخلات الحسية على أنها أكثر من إدراك مؤقت، فإنها تعبر من خلال المهاد إلى الخلايا العصبية في اللوزة العصبية.

الذاكرة العاملة working memory: ذاكرة قصيرة المدى، تخزن المعلومات وتعالجها لاستخدامها في المستقبل القريب. وتُخزَّن المعلومات في الذاكرة العاملة مدة دقيقة واحدة فقط.

منطقة النمو الوشيك zone of proximal development (ZPD): هي نظرية «منطقة الاستعداد» التي وضعها العالم ليف فيغوتسكي (Lev Vygotsky) التي تتضمن التصرفات أو الموضوعات التي يستعد الطالب لتعلمها. ومنطقة النمو الوشيك هي الفجوة بين مستوى تطور المتعلم الحالي أو الفعلي ومستوى التطور القادر على الوصول إليه. وهي مجموعة من المعارف لا يفهمها المتعلم بعد، ولكن لديه القدرة على تعلمها من خلال التوجيه.

قائمة المراجع

AP–AOLNewsPoll. (2005, September 19). The most unpopular school subject. Available: http://diamondskyinc.com/research.asp?sid=3&cid=102&aid=73

Bender, W. (2005). *Differentiating math instruction*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press

Bishop, P., & Pfl aum, S. (2005). Student perceptions of action, relevance, and pace. *Middle School Journal*, 36(4), 4–12.

Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed.). National Research Council, Committee on Learning Research and Educational Practice. Washington, DC: National Academies Press.

Britton, P. (2008). *Tutor training manual.* AVID *Region* VIII *curriculum guide.* San Diego, CA: AVID.

Brown, D. (2003). Urban teachers' use of culturally responsive management strategies. *Th eory into Practice*, 42(4), 277–282.

Comer, J. (1993). *School power: Implications of an intervention project.* New York: Free Press.

Cordova, D. I., & Lepper, M. R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: Benefi cial eff ects of contextualization, personalization, and choice. *Journal of Educational Psychology*, 88(4), 715–730.

Crone, E. A., Donohue, S. E., Honomichl, R., Wendelken, C., & Bunge, S. A. (2006). Brain regions mediating fl exible rule use during development. *Th e Journal of Neuroscience*, 26(43), 11239–11247.

Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: Th e psychology of optimal experience.* New York: HarperColllins.

Din, F. S., & Calao, J. (2001). The effects of playing educational video games on kindergarten achievement. *Child Study Journal*, 31(2), 95–102.

Duckworth, A., & Seligman, M. (2005). Self–discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, 16(12), 939–944.

Dweck, C. (2000). *Self–theories: Their role in motivation, personality, and development.* New York: Psychology Press.

Ericsson, K. A. (1996). The acquisition of expert performance: An introduction to some of the issues. In K. A. Ericsson (Ed.), The road to excellence: *The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports and games* (pp. 1–50). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Eriksen, C., & Schultz, D. (1979). Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception and Psychophysics,* 25(4), 249–263.

Fredrickson, B. L., Tugade, M. M., Waugh, C. E., & Larkin, G. (2003). What good are positive emotions? A prospective study of resilience and emotions. *Journal of Personality and Social Psychology,* 84(2), 365–376.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: Th e theory of multiple intelligences.* New York: Basic Books.

Gardner, H. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century.* New York: BasicBooks.

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy.* New York: Palgrave Macmillan.

Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence.* New York: Bantam.

Guthrie, J. T., & Wigfi eld, A. (2000). Engagement and motivation in reading. In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research: Volume III* (pp. 403–422). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Harris, S. (1977). *What's so funny about science? Cartoons from American Scientist.* New York: William Kaufmann.

Hembree, R., & Dessart, D. J. (1986). Effects of hand–held calculators in precollege mathematics education: A meta–analysis. Journal for Research in Mathematics Education, 17(2), 83–99.

Hillman, C., Pontifex, M., Raine, L., Castelli, D., Hall, E., & Kramer, A. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience,* 159(3), 1044–1054.

Hopko, D., Ashcraft, M., & Gute, J. (1998). Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a defi cient inhibition mechanism. *Journal of Anxiety Disorders,* 12(4), 343–355.

Hunkin, N. M., Mayes, A. R., Gregory, L. J., Nicholas, A. K., Nunn, J. A., Brammer, M. J., Bullmore, E. T., & Williams, S. C. R. (2002). Novelty–related activation within the medial temporal lobes. *Neuropsychologia,* 40(8), 1456–1464.

Kienast, T., Hariri, A., Schlagenhauf, F., Wrase, J., Sterzer, P., Buchholz, H., Smolka,

M., Gründer, G., Cumming, P., Kumakura, Y., Bartenstein, P., Dolan, R., & Heinz, A. (2008). Dopamine in amygdala gates limbic processing of aversive stimuli in humans. *Nature Neuroscience,* 11(12), 1381–1382.

Kinomura, L., Larsson, J., Gulyas, A., & Roland, L. (1996). Activation by attention of the human reticular formation and thalamic intralaminar nuclei. *Science,* 271(5248), 512–514.

Lawrence, N. S., Ross, T. J., Hoff man, R., Garavan, H., & Stein, E. A. (2003). Multiple neuronal networks mediate sustained attention. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 15(7), 1028–1038.

LeDoux, J. (1994). Emotion, memory and the brain. *Scientific American,* 270(6), 50–57.

Li, S., Cullen, W. K., Anwyl, R., & Rowan, M. J. (2003). Dopamine–dependent facilitation of LTP induction in hippocampal CA1 by exposure to spatial novelty. *Nature Neuroscience,* 6(5), 526–531.

Malone, T. (1982). What makes computer games fun? *ACM SIGSOC,* 13(2–3), 143.

McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: Expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences,* 7(7), 293–299.

Merabet, L. B., Hamilton, R., Schlaug, G., Swisher, J. D., Kiriakopoulos, E. T., Pitskel, N. B., Kauff man, T., & Pascual–Leone, A. (2008). Rapid and reversible recruitment of early visual cortex for touch. *PLoS ONE,* 3(8), 3046–3049.

Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. (1989). Delay of gratifi cation in children. *Science,* 244(4907), 407–413.

Neild, R., Balfanz, R., & Herzog, L. (2007). Early intervention at every age. *Educational Leadership,* 65(2), 28–33.

Organization for Economic Co–operation and Development. (2004, August). *Policy brief: Internationalisation of higher education. Available*: http://www.oecd. org/dataoecd/33/60/33734276.pdf

Palmer, B., Codling, R., & Gambrel, L. (1994). In their own words: What elementary students have to say about motivation to read. *The Reading Teacher,* 48(2), 176–178.

Phillips, G. W. (2007). *Chance favors the prepared mind: Mathematics and science indicators for comparing states and nations.* Washington, DC: American Institutes for Research.

Sethi, A., Mischel, W., Aber, J. L., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (2000). Th e role

of strategic attention deployment in development of self–regulation: Predicting preschoolers' delay of gratifi cation from mother–toddler interactions. *Developmental Psychology,* 36(6), 767–777.

Shoda, Y., Mischel, W., & Peake, P. K. (1990). Predicting adolescent cognitive and self–regulatory competencies from preschool delay of gratifi cation: Identifying diagnostic conditions. *Developmental Psychology,* 26(6), 978–986.

Subramaniam, K., Kounios, J., Bowden, E., Parrish, T., & Jung–Beeman, M. (2009). Positive mood and anxiety modulate anterior cingulate activity and cognitivepreparation for insight. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 21, 415–432.

U.S. Department of Education. (2008). *The fi nal report of the National Mathematics Advisory Council.* Washington, DC: Education Publications Center, U.S. Department of Education. Available: http://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/fi nal–report.pdf

Van Duijvenvoorde, A., Zanolie, K., Rombouts, S., Raijmakers, M., & Crone, E. (2008). Evaluating the negative or valuing the positive? Neural mechanisms supporting feedback–based learning across development. *The Journal of Neuroscience,* 28(38), 9495–9503.

Van Overwalle, F., & De Metsenaere, M. (1990). Th e eff ects of attribution–based intervention and study strategy training on academic achievement in college freshmen. British Journal of Educational Psychology, 60(3), 299–311.

Vigneua, F., Caissie, A., & Bors, D. (2006). Eye–movement analysis demonstratesstrategic infl uences on intelligence. *Intelligence,* 34(3), 261–272.

Walker, H., Colvin, G., & Ramsey, E. (1995). *Antisocial behavior in school: Strategies and best practices.* Pacifi c Grove, CA: Brooks/Cole.

Wang, J., Rao, H., & Wetmoree, G. (2005). Perfusion functional MRI reveals cerebral blood fl ow pattern under psychological stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 102(49), 17804–17809.

Yazzie–Mintz, E. (2007). *Voices of students on engagement: A report on the 2006 High School Survey of Student Engagement.* Bloomington, IN: Center for Evaluation & Education Policy, Indiana University. Retrieved April 16, 2008, from http://ceep.indiana.edu/hsse/pdf/HSSSE_2006_Report.pdf

فهرس الكلمات

نبذه عن المؤلفة



بعـد حصولها على شهـادة شرف مـن جمعية «فـاي بيتا كابا Phi Beta Kappa» المرموقـة بوصفهـا أول امـرأة تخرجت في كلية ويليامـز في ولاية ماساشوستس، ألتحقت جودي ويليس بكلية الطب في جامعة كاليفورنيـا، لوس انجيلوس، وحصلت على شهادة الطب، واستمـر عملها في الجامعة إلى أن حصلـت على شهادة الامتياز في الطب، وأخرى في تخصص علم الأعصاب. مارست الدكتورة جودي طب الأعصـاب مدة 15 عاماً قبل أن تعود إلى الجامعة لتحصل على شهادتي الاعتماد والماجستير في التدريس من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربارا، ثم عملت معلمة للمرحلتين؛ الابتدائية والمتوسطة في السنوات العشر الأخيرة.

تُعدّ مرجعاً في بحوث الدماغ المتعلقة بالتعلم والدماغ. وهي تكتب في المجلات التربوية المتخصصـة كثيـراً، وقـد ألّفت ستـة كتب عن تطبيـق أبحاث العقـل والدمـاغ والتعلم على إستراتيجيـات التدريس. كرّمتها رابطة الناشريـن التربويين بمنحها جائزة الإنجاز المتميز عن كتاباتها التربوية لعام 2007.

والدكتورة جودي ويليس متحدثة مشهورة في المؤتمرات التربوية، وتعقد دورات تدريبية للتطوير المهني وتقيّمها على المستويين الوطني والدولي عن إستراتيجيات التدريس الصفية المرتبطـة ببحـوث علم الأعصاب، وقد نالـت لقب المتحدثة المتميزة البـارزة في مؤتمرات جمعية الإشراف وتطوير المناهج الأمريكية. ومن الكتب التي ألّفتها:

Brain–Friendly Strategies for & Research–Based Strategies to Ignite Student Learning & Inspiring Middle Schoole Minds & Teaching the Brain to Read & The Inclusion Classroom How Your Child Learns Best.

شاركـت بوصفها مستشارة بحوث وعضو مجلـس إدارة مؤسسة هاون، في وضع منهاج للمعلميـن ليستخدموه في تنفيذ برامج تعليمية مدروسة فـي صفوفهم. وفي عام 2010، نالت تقدير الأكاديمية الأمريكية لعلم الأعصاب على عملها في زيادة وصول التربويين لبحوث علم الأعصـاب القابلة للتطبيـق على العملية التعليمية. واحتلـت مساهماتها قصة الغلاف لمجلة الأكاديمية تحت عنوان: Neuorology Now.

يمكن التواصل مع د. ويليس من خلال بريدها الإلكتروني
jwillisneuro@aol.com، أو زيارة موقعها www.RADTeach.com.

مصادر جمعية الإشراف وتطوير المناهج الأمريكية

كانت المصادر الآتية وقت نشر الكتاب متوافرة (تظهر أرقام الكتب بين قوسين). ولمزيد مـن المعلومات الحديثة حول مصادر الجمعيـة، زر الموقع www.ascd.org. ويمكنك البحث فـي المحفوظات (الأرشيف) الكاملة لـ Educational Leadership على الموقع http://www.ascd.org/el.

الشبكات

زر موقع الجمعية (www.ascd.org)، وابحث في "networks" للمعلومات حول التربويين المتخصصين الذين شكّلوا مجموعات لبحث موضوعات، مثل: "Assessment for Learning" و "Brain–Compatible Learning" و "Qulaity Education". وابحـث أيضـاً في "Network Directory" لإيجاد عناوين المساعدين الحاليين وأرقام هواتفهم.

مؤلفات مطبوعة

- The Brain–Compatible Classroom: Using What We Know About Learning to Improve Teaching by Laura Erlauer (#101269)
- Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice (2nd edition) by Patricia Wolfe (#109073)
- Concept–Rich Mathematics Instruction: Building a Strong Foundation for Reasoning and Problem Solving by Meir Ben–Hur (#106008)
- The Essentials of Mathematics, K–6: Eff ective Curriculum, Instruction, and Assessment by Kathy Checkley (#106032)
- Literacy Strategies for Improving Mathematics Instruction by Joan M. Ken–ney, Euthecia Hancewicz, Loretta Heuer, Diana Metsisto, and Cynthia L. Tuttle (#105137)
- The Motivated Student: Unlocking the Enthusiasm for Learning by Bob Sullo (#109028)
- Research–Based Strategies to Ignite Student Learning by Judy Willis (#107006)

الفيديو

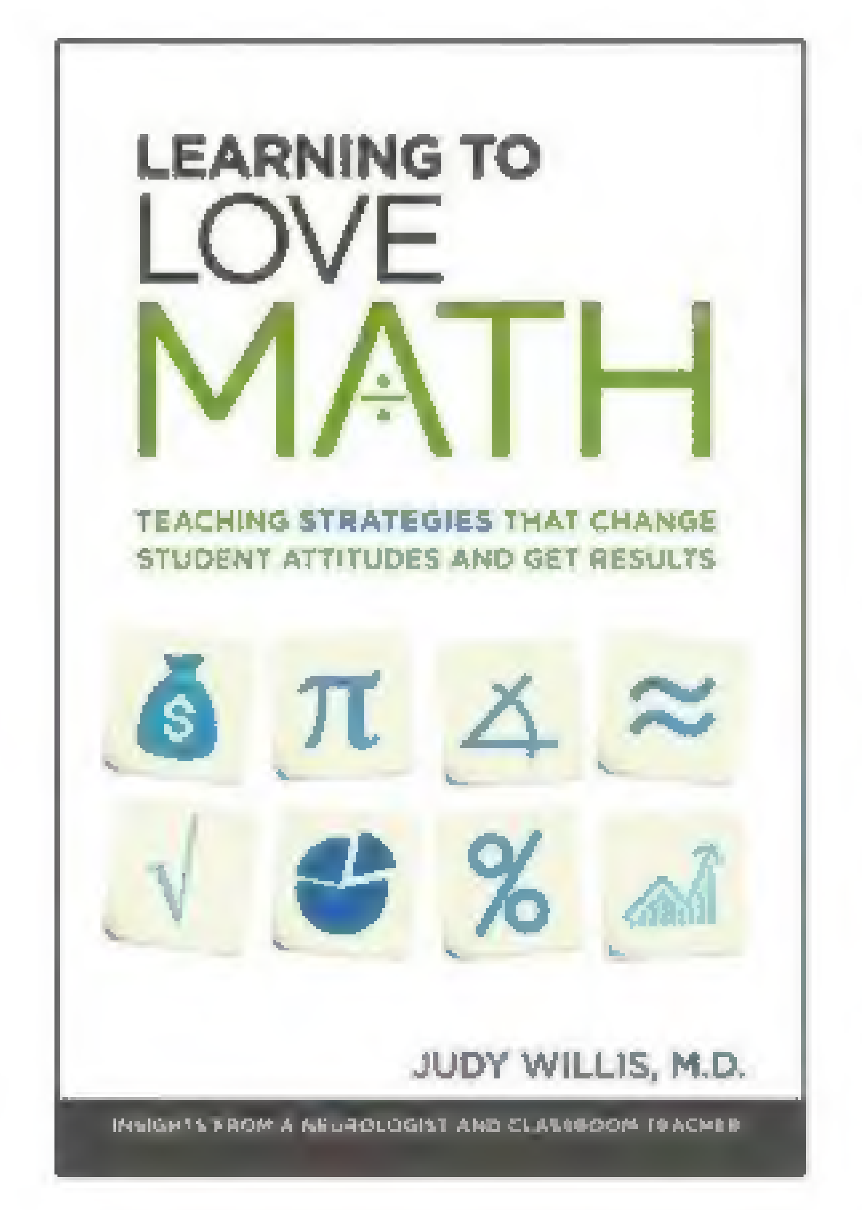
- The Brain and Mathematics (#600237)
- Meaningful Mathematics: Leading Students Toward Understanding and Ap–plication (#607085)
- Teaching the Adolescent Brain (#606050)

مبادرة الطفل الكاملة: مبادرة تساعد المدارس والمجتمعات على إيجاد بيئة تعلمية توفر للطـلاب الشعور بالأمان والدعم والتحدي، وأن يكونوا أصحاء ويشاركوا في العمل الجماعي. لمزيد من المعلومات عن كتب ومصادر أخرى ترتبط بهذه المبادرة، زُرِ الموقع www.whole–childeducation.org.

لمزيد مــن المعلومات، أرسل رسالة إلكترونية إلــى member@ascd.rg، أو اتصل على الرقم 2723–933–800–1، أو 9600–578–703، واضغط الرقم 2، أو أرسل فاكس إلى 703–575–5400، أو اكتب إلى

Information Services, ASCD, 1703 N. Beauregard St., Alexabdria, VA 22311–1714 USA.

هل هناك طريقة لجعل الطلاب يحبون الرياضيات؟



تجيب د.ويليس بـ «نعم»، مؤكدة في هذا الدليل التثقيفي على إمكانية الحصول على نتائج أفضل في حصص الرياضيات. مستفيدة من الأبحاث الكثيرة عن كيفية عمل الدماغ.

تقدم ويليس نهجًا عمليًا عن كيفية تحسين النتائج الأكاديمية من خلال عرض تصرفات معينة، وتعليم الطلاب بطريقة تحدّ من السلبية؛ ومن خلال أسلوبها المباشر والسهل، تشارك أيضًا في معرفتها وخبرتها اللتين اكتسبتهما في أثناء ممارستها مهنة مزدوجة، الأولى بوصفها معلمة رياضيات، والأخرى كونها طبيبة أعصاب. وسيتعلم القارئ بالإضافة إلى التعلُّم حول تشريح الدماغ الأساسي ووظائفه، كيف يمكنه:

- تحسين المواقف السلبية المتجذّرة تجاه الرياضيات.
- التخطيط للدروس آخذًا (التحدي القابل للتحقيق) في الحسبان.
- تقليل التوتر من ارتكاب الأخطاء باتباع أساليب مثل: الرياضيات الخالية من الأخطاء والتخمين.
- التدريس وفق مواطن قوة تعلم الأفراد ومستويات مهارتهم.
- إثارة الدافعية.
- ربط الرياضيات باهتمامات الطلاب وأهدافهم الشخصية.
- دعم الطلاب لوضع أهداف طويلة المدى وأخرى قصيرة المدى.
- إقناع الطلاب أن بإمكانهم تغيير مستوى ذكائهم.

إن كتاب (**تعلُّم حبّ الرياضيات**) يضع بين أيدي التربويين كمًّا هائلاً من البحوث، فضلاً على وجود عشرات الإستراتيجيات التي يمكن أن يستخدموها حالياً، ويوفر الكتاب كذلك (دليلك إلى الدماغ) الذي يبحث عميقًا في بنية الدماغ ووظائفه، ويشرح بوضوح كيفية تشكيل الذكريات، وكيفية اكتساب المهارات؛ وإذا وُجِدَ معلمون يرشدون الطلاب، فإن الطلاب سيكتشفون أن لديهم القدرة على تطوير أدمغتهم . . . وعليه، يتعلمون حبّ الرياضيات!

ISBN:978-603-503-637-5





موضوع الكتاب:
الرياضيات - طرق تدريس - تعليم